

Aus der Abteilung für Unfallchirurgie
(komm. Leiter: Prof. Dr. G. Ritter)
der Chirurgischen Klinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNISSE OPERATIV
VERSORGTER PATELLAFRAKTUREN

Kritische Wertung der angewandten
Osteosyntheseverfahren im Hinblick
auf ihre biomechanische Wirksamkeit



Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von

Hermann Schreiner
aus Heddesheim/Nahe

Mainz 1979



Dekan: Professor Dr. H. Leithoff
1. Gutachter: Professor Dr. G. Ritter
2. Gutachter: Professor Dr. H.-W. Staudte

Tag der mündlichen Prüfung: 28.11.1979

Tabellenverzeichnis

Seite

Einleitung

Beziehungen zwischen Psychologie und
Lerntheorie

Beziehungen zwischen Psychologie und
Lerntheorie

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Methoden

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Anatomie und Physiologie des Kniegelenkes	2
3. Bedeutung der Patella für die Kniegelenkfunktion	6
4. Patellafrakturen	9
4.1. Entstehungsmechanismen	9
4.2. Frakturarten und Verteilung	10
4.3. Diagnose	12
4.4. Therapie	14
4.4.1. Geschichtlicher Überblick	14
4.4.2. Heutige Therapie	16
4.4.2.1. Konservative Therapie	17
4.4.2.2. Operative Therapie	19
4.5. Komplikationen	23
4.5.1. Komplikationen allgemeiner Art	23
4.5.2. Komplikationen spezieller Art	24
5. Eigene Untersuchungen	27
5.1. Methodik zur Erfassung des Patientengutes	27
5.2. Häufigkeitsverteilung	27
5.3. Geschlechtsverteilung	28
5.4. Altersverteilung	29
5.5. Unfallursachen	30
5.6. Klinische Untersuchungsbefunde	32
5.6.1. Bruchformen	32
5.6.2. Offene Frakturen	37
5.6.3. Seitenverteilung	37
5.6.4. Lokale Begleitverletzungen	37
5.6.5. Sonstige Mitverletzungen	38
5.7. Behandlung	40

		Seite
5.7.1.	Konservative Behandlung	40
5.7.2.	Operative Behandlung	42
5.8.	Postoperative Komplikationen	49
5.9.	Metallentfernung	54
6.	Nachuntersuchung	56
6.1.	Methodik	57
6.2.	Tabellarische Übersicht	57
6.3.	Funktionelle Beurteilung	62
6.4.	Röntgenologische Ergebnisse	66
7.	Röntgenologischer Gesamtüberblick	71
8.	Diskussion	77
8.1.	Diskussion der biomechanischen Wirksamkeit der angewandten Osteosyntheseverfahren	77
8.2.	Diskussion der Ergebnisse	91
9.	Zusammenfassung	109
10.	Kasuistik mit Bilddokumentation	111
11.	Literaturverzeichnis	138

1. Einleitung

Im Krankengut einer Klinik nimmt die Patellafraktur keinen übergeordneten Rang ein. Untersuchungen zeigen jedoch, daß 0,7 - 1,7 % aller Knochenbrüche Patellafrakturen sind (LANZ-WACHSMUTH, BÖHLER, L., WELLER-KÖHNLEIN). Zunehmende Motorisierung und ständig wachsende Unfallziffern bedingen nicht nur ein zahlenmäßiges Ansteigen der Patellafrakturen, sie tragen auch zu einer Änderung des Verletzungsbildes bei. Die größere Gewalteinwirkung bei solchen Unfällen hat die Form der Patellafrakturen mit schweren Schäden am Knorpelüberzug der Gelenkflächen und ausgedehnten Verletzungen am Bandapparat vielfach komplizierend verändert. Kniescheibenbrüche sind stets Gelenkbrüche und sind als solche mit einer besonderen Problematik versehen, was Behandlungsmethode und funktionelle Spätergebnisse betrifft.

In der Unfallchirurgischen Abteilung der Chirurgischen Klinik der Universität Mainz wurden in den Jahren von 1969 bis 1976 159 Patellafrakturen behandelt. In dieser Arbeit sollen Unfallursachen aufgezeigt, auf die Klinik und spezielle Problematik dieser Frakturen eingegangen und die verschiedenen Osteosyntheseverfahren im Hinblick auf ihre biomechanische Wirksamkeit einer kritischen Wertung unterzogen werden.

2. Anatomie und Physiologie des Kniegelenkes

Das Kniegelenk verbindet die beiden größten Knochen des menschlichen Körpers, Femur und Tibia, gelenkig miteinander. Die Kniescheibe ist der dritte im Kniegelenk artikulierende Knochen. Um die Inkongruenz der artikulierenden Gelenkkörper auszugleichen, dienen zwei keilförmige Scheiben (Menisci). Gesichert wird das Gelenk durch eine innere Bandführung und eine starke Gelenkkapsel. Der Femur trägt an seinem distalen Ende die beiden mit Gelenkknorpel überzogenen Gelenkrollen (Condylus femoris). Die Kondylen sind in ihrem dorsalen Bereich durch eine tiefe Grube, Fossa intercondylaris, getrennt. Ventralwärts vereinigen sich beide Kondylen zur Facies patellaris, der Gleitfläche der Kniescheibe. Beide Femurkondylen artikulieren mit der Tibia. Sie trägt an ihrem proximalen Ende zwei Gelenkflächen (Condylus medialis und lateralis), zwischen denen zwei nichtüberknorpelte Knochenvorsprünge (Eminentia intercondylaris) hervorragen.

Die Patella, von vielen Autoren als Sesambein bezeichnet (SOBOTTA u. a.), ist ein fast dreieckiger, platter, scheibenförmiger Knochen. Der proximale Rand ist breit und heißt Basis patellae. Nach distal läuft der Knochen in eine abgerundete Spitze, Apex patellae, aus. Die vordere Fläche der Kniescheibe, Facies anterior, ist leicht gewölbt, besitzt ein eigenes Periost und wird von sich überkreuzenden Fasern der Quadrizepssehne überzogen. Die hintere Fläche, Facies articularis, trägt einen 5,4 - 6,4 mm dicken Knorpelüberzug (FICK). Die bis auf die hintere Fläche des Apex patellae überknorpelte Rückfläche gleitet in der Kniescheibenrinne der Femurkondylen, Facies patellaris. Angepaßt an dieses Bett, wird die Rückfläche durch eine leichte firstähnliche sagittal verlaufende Erhebung in ein großes laterales und

ein kleines mediales Feld unterteilt.

Die Patella hat eine Dicke von 1 - 1,5 cm und einen Durchmesser von etwa 4 cm.

Die meisten Fasern der Sehne des M. quadrizeps femoris (Hauptstreckapparat) ziehen über die Kniescheibe hinweg. Die Sehnenfasern konvergieren zur Patella, überkreuzen sich dabei teilweise und verlassen die Patella an ihrer unteren Spitze als Kniescheibenband, Ligamentum patellae, das zur Tuberositas tibiae führt. Kniescheibe und Sehnenfasern des M. quadrizeps femoris bilden die Vorderwand des Kniegelenkes und die vordere Verstärkung der Kniegelenkkapsel.

Seitlich sehnige Fortsetzungen der Quadrizepssehne, die mit der Facies anterior patellae fest verwachsen sind, das Retinaculum patellae mediale und das Retinaculum patellae laterale (Reservestreckapparat), dienen zur Verstärkung der seitlichen Teile der Vorderwand der Gelenkkapsel.

Die Kniescheibe wird zunächst knorpelig angelegt und ist in der 9. Fetalwoche ein nachweisbarer Skeletteil, der im weiteren Verlauf der fetalen Periode zur Quadrizepssehne Kontakt bekommt (BAUMGARTL). Unter normalen Umständen soll beim Mädchen mit dem 4. und beim Jungen mit dem 6. Lebensjahr ein Knochenkern vorhanden sein. Die Verknöcherung beginnt von der Kniescheibenmitte und schreitet nach ventral vermehrt fort (JONASCH).

In der Entwicklung der Kniescheibe gibt es einige Besonderheiten zu nennen, die von klinischer Bedeutung sein können. Aufzuzählen sind: angeborenes Fehlen beider Kniescheiben, Hypoplasie der Kniescheibe, mehrgeteilte Kniescheibe.

Das angeborene Fehlen der Kniescheibe, *Aplasia patellae*, ist selten. Nur wenige Fälle sind bekannt, bei denen ein angeborenes Fehlen beider Kniescheiben ohne sonstige Mißbildungen am Skelett bestand.

In Verbindung vor allem mit einer Verrenkung der Speichenköpfchen ist diese Anomalie häufiger. Die Ursache dieser embryonalen Entwicklungsstörung ist unbekannt und nach UNGER ist eine Vererbbarkeit nicht nachzuweisen.

Bei den bisher bekannt gewordenen Fällen von Hypoplasie der Kniescheibe konnte eine dominante Erbllichkeit nachgewiesen werden. Sie tritt mit anderen Dysplasien des Beckengürtels, der Fingernägel und Verrenkung des Speichenköpfens auf. Die Neigung zur Verrenkung der Kniescheibe nach außen ist groß.

In der gesamten Literatur sind bisher 10 Fälle von sogenannter angeborener einseitig doppelter Kniescheibe beschrieben worden. Neuere Veröffentlichungen stammen von WÜTSCHKE und SWATON. Als Ursache der zweiten Kniescheibe wird ein abirrender Knochenkern angesehen. Es ist jedoch anzunehmen, daß es sich nicht um eine Anomalie, sondern um eine um viele Jahre zurückliegende traumatische Absprengung von der Kniescheibe handelt. Dafür spricht auch, daß bei allen Veröffentlichungen die sogenannte zweite Kniescheibe deutlich kleiner war als die normale. Ein beidseitiges Vorkommen einer angeborenen doppelten Kniescheibe ist bis heute in der Weltliteratur nicht beschrieben worden (JONASCH).

Die mehrgeteilte Kniescheibe, *Patella partita*, stellt eine Entwicklungsanomalie dar. Es liegt eine angeborene Spaltbildung der Kniescheibe vor. Je nach Anzahl der Stücke, aus denen eine Kniescheibe besteht, spricht man von einer *Patella bi-tri-partita*. Am häufigsten kommt die

Patella bi-partita vor. Für die Entstehung dieser Entwicklungsanomalie wird das Vorhandensein zweier oder mehrerer Ossifikationszentren angesehen, die später nicht miteinander verschmelzen. Als Zufallsbefund erhoben, macht diese Anomalie kaum klinische Beschwerden. Ihre Bedeutung liegt darin, daß sie mit einem Kniescheibenbruch verwechselt werden kann.

3. Bedeutung der Patella für die Kniegelenkfunktion

Die Diskussion über die biomechanische Wertigkeit der Kniescheibe umfaßt ein breites Spektrum gegensätzlicher Meinungen.

BROOKE und GROVES betrachten die Kniescheibe als rudimentären Knochen ohne funktionelle Bedeutung, den man ohne jede Benachteiligung entfernen kann. Eine der radikalsten Ansichten vertritt SCHANZ, der die Patella als "Luxusgegenstand" bezeichnet. Nach SOBOTTA ist die Kniescheibe lediglich ein in die Quadrizepssehne eingebettetes Sesambein. Die gleiche Meinung vertreten GEGENBAUER und SCHNEIDER. Sie betrachten die Patella als Verknöcherung der Quadrizepssehne, die entwicklungsgeschichtlich durch Reibung und Druck der Sehne an der Femurvorderfläche entstanden und später in die Quadrizepssehne eingewandert ist. KUDLEK erachtet die Kniescheibe als ein entbehrliches Knochenstück ohne wichtige Funktion für den M. quadrizeps.

Andere Autoren stimmen diesen Überlegungen nicht zu. Sie betrachten die Kniescheibe, ob Sesambein oder eigenständiger Skelettanteil, als ein eng zur Gelenkeinheit gehörender Teil. PAYR ist der Ansicht, daß die Kniescheibe hinsichtlich einer vollkommenen Kniegelenkfunktion unentbehrlich ist. Er weist auf den engen Zusammenhang und die innige Beziehung zu den übrigen Gelenkteilen hin. Diese Wechselwirkung zeigt sich besonders bei pathologischen Vorgängen im Kniegelenk, wobei die Patella einerseits nicht unbeeinflußt bleibt, andererseits "kann es nicht wunder nehmen, daß alles, was Formveränderungen an der Patella bedeutet, von den nachteiligsten Folgen für den zugehörigen Anteil des Femurgelenkes sein muß". HAXTON weist experimentell nach, daß die Patella die Streckung

des Kniegelenkes wesentlich verstärkt. MARSCHNER weist innerhalb der Mechanik des Kniegelenkes der Kniescheibe eine "kraftökonomische Aufgabe" für die Streckfunktion zu.

Untersuchungen zur Mechanik des Femoropatellargelenkes lieferten vor allem PAYR, WIBERG und FÜRMAIER. In neuerer Zeit beschäftigten sich MAY, KUHN und DIETHELM, sowie GOODFELLOW, HUNGERFORD und ZINDEL mit diesem Problem. Die Untersuchungen zeigten: Die Kniescheibe legt im Verlauf der vollen Streckung und Beugung einen Weg von 5 - 7 cm zurück. Bei passiver Kniestreckung von 180° liegt die Kniescheibe im kranialen flachen Teil ihres Gleitlagers. In dieser Stellung läßt sie sich nach lateral, medial, kranial und kaudal verschieben. Bei aktivem Zug des M. quadrizeps nimmt die seitliche Beweglichkeit ab und die Kniescheibe gleitet soweit nach kranial, daß ihre überknorpelte Gelenkfläche oberhalb der Facies patellaris auf dem Oberschenkelschaft liegt. Die Apex patellae berührt nur noch den oberen Rand der Facies patellaris. Während der Beugung wandert die Patella ihre femorale Gleitbahn hinab. Mit dem Tiefertreten der Patella ändert sich auch die Kongruenz der artikulierenden Gelenkflächen. Bei einer Beugestellung von 90° wird eine nahezu ideale Kongruenz der artikulierenden Gelenkflächen erreicht. Jenseits der Winkelstellung von 90° verkleinern sich die berührenden Anteile von Kondylen und Patella wieder (MAY, KUHN und DIETHELM).

Die Kniescheibe verlängert den virtuellen Hebelarm des Oberschenkelstreckapparates und hat außerdem eine gewisse Schutzfunktion für Menisken und Kondylenknorpel (FICK). Die Kniescheibe stellt das Hypomochlion für den M. quadri-zeps dar. Die Kraftentfaltung eines Muskels auf ein Ge-

lenk, das Drehmoment, ist gleich dem Produkt aus Muskelkraft und virtuellem Hebelarm. Die Patella hebt die Quadrizepssehne von den Femurkondylen ab. Dadurch wird die Entfernung von der Kniegelenkachse, die durch die Epikondylen geht, vergrößert, d. h., der virtuelle Hebelarm wird verlängert.

Nach FÜRMAIER verbessert die Patella nicht nur die Ökonomie des M. quadrizeps, sondern sie setzt durch Druckverteilung und -verminderung die mechanische Beanspruchung des Tibiofemoralgelenkes um ein vielfaches herab und verhindert so die Entstehung einer frühzeitigen Gonarthrose.

4. Patellafrakturen

4.1. Entstehungsmechanismen

Patellafrakturen lassen sich durch das Einwirken indirekter oder direkter Gewalt erklären. Oft sind diese beiden Entstehungsmechanismen miteinander kombiniert.

Indirekte Gewalteinwirkung ist häufig die Ursache von Querfrakturen oder Abrißfrakturen der Kniescheibe. Dabei wirken nach neueren Untersuchungen von FISCHER drei Kraftkomponenten auf die Kniescheibe: Biegung, Zug und Druck. Aufgrund reiner linear auseinandergerichteter Zugkräfte kann man das Zustandekommen indirekter Patellafrakturen nicht erklären. Auf jeden Fall reißt zuerst die Sehne. Alle drei Komponenten, Biegung, Zug und Druck liegen vor beim Sturz zur ebenen Erde. Um dem Sturz reflektorisch entgegenzuwirken, kommt es in Beugstellung des Kniegelenkes zur plötzlichen Kontraktion des M. quadrizeps. Nach FISCHER wird die Kniescheibe vor allem in mittlerer Beugstellung von 130° (nach Neutral-O-Methode = 50°) nicht nur auf Zug, sondern auch auf Biegung und Druck beansprucht. "Eine Aktion, die dem Brechen eines Stabes über dem Knie gleichkommt".

Eine Fraktur aufgrund der Kontraktion des M. quadrizeps in Kniestreckstellung hält FISCHER für nicht wahrscheinlich.

Direkte Gewalteinwirkung als Ursache einer Patellafraktur liegt vor, wenn die Kniescheibe von einem heftigen Schlag oder Stoß getroffen wird. Diese Bedingung erfüllt sich am häufigsten beim Verkehrsunfall: Anprall am Armaturenbrett, Knieanprall des Motorradfahrers. Für diesen Unfallmechanismus ist der Ausdruck "Armaturenbrettverletzung"

oder "dashboard fracture" geprägt worden.

Wie oben erwähnt, erzeugt die indirekte Gewalteinwirkung häufig Querfrakturen mit Zerreißung des Streckapparates und weiter Fragmentendiastase. Das Resultat direkter Gewalteinwirkung ist häufig die Trümmerfraktur mit Verwerfung der Gelenkfläche bei erhaltenem Reservestreckapparat.

Zwischen beiden Extremfällen sind fließende Übergänge die Regel, wie es auch im Einzelfall schwierig festzustellen ist, ob ein rein indirektes oder direktes Trauma stattgefunden hat.

Allgemein ist zu sagen, daß Frakturen durch direkte Gewalteinwirkung zahlenmäßig häufiger vorkommen als solche durch indirekte Gewalteinwirkung (KÄSTNER). Patellafrakturen aufgrund pathologischer Veränderungen der Knochenstruktur (Geschwülste) seien hier nur der Vollständigkeit halber erwähnt.

4.2. Frakturarten und Verteilung

Neben der Einteilung in offene und geschlossene Brüche, lassen sich die Patellafrakturen in verschiedene Bruchformen unterteilen. Die Einteilungsprinzipien haben therapeutisch keine Konsequenz, da sich die Art der Therapie zum einen danach richtet, ob der Streckapparat zerrissen ist und eine weite Diastase besteht, zum anderen, ob eine Verwerfung der einzelnen Fragmente gegeneinander vorliegt. In vielen Lehrbüchern der Chirurgie gilt als übergeordnetes Einteilungsprinzip die Einteilung in Querbrüche, Längsbrüche und Trümmerbrüche.

Bei einem Querbruch verläuft der Frakturspalt in der Trans-

versalebene. Für die Art des therapeutischen Vorgehens ist die Stellung und das Ausmaß der Dehissenz der Fragmente entscheidend. Der Reservestreckapparat ist intakt, wenn keine Stufenbildung und keine Dehissenz besteht. Der Patient kann, wenn auch unter Schmerzen, das Bein gestreckt von der Unterlage hochheben. Als Behandlung käme die konservative Therapie in Frage. Besteht zwischen den Fragmenten eines Querbruches eine Diastase, so gilt dies als Zeichen dafür, daß auch der Reservestreckapparat gerissen ist. Der Patient vermag das gestreckte Bein nicht mehr von der Unterlage hochzuheben. Als Behandlung käme die operative Therapie in Frage.

Bei einer Längsfraktur läuft der Bruchspalt in der Sagittalebene. Möglicherweise wird ein Großteil dieser Frakturform mit der üblichen Routinediagnostik nicht erfaßt. Auch ist unter Umständen die uncharakteristische Symptomatik ein Grund für die häufige Verkennung. Vorbedingung für eine Längsfraktur ist ein auf das gebeugte Kniegelenk treffendes direktes Trauma. Jeweilige Form, Lage und Stellung der Kniescheibe bestimmen über Größe und Art der Fraktur. Mit zunehmender Beugestellung des Kniegelenkes rutscht die Kniescheibe nach lateral und überragt den lateralen Anteil ihrer Gleitbahn. Trifft in dieser Position eine direkte Kraft die Kniescheibe, so resultiert eine Längsfraktur.

Bei einer Trümmerfraktur ist die Kniescheibe in mehrere Teile zerbrochen. Die Gleitfläche ist meist verworfen und einzelne Bruchstücke können stark auseinanderweichen. Bei dieser Bruchform ist der Reservestreckapparat häufig zerissen.

4.3. Diagnose

In der Regel bereitet die Diagnose eines Kniescheibenbruches keine Schwierigkeiten. Aufgrund ihrer günstigen anatomischen Lage ist die Patella der Inspektion und Palpation gut zugänglich.

Bevor ein Erguß auftritt, kann anfangs eine tiefe Delle zwischen den Bruchstücken getastet werden. Hat sich bereits ein Hämarthros ausgebildet, so sind die Gelenkkonturen verstrichen, das "Tanzen der Patella" ist auslösbar. Eine Diastase ist nicht sicher tastbar, da das Hämatom den Tastbefund verschleiert. Ist der Reserve Streckapparat zerrissen, so besteht ein aktiver Streckausfall: das Bein kann nicht gestreckt hochgehoben werden. Das weitere diagnostische Vorgehen verlangt Röntgenaufnahmen in zwei Ebenen.

Die Diagnose der Längsfraktur kann einige Schwierigkeiten bereiten. Die Symptomatik ist wenig gut ausgeprägt, da die Funktionsminderung des Kniegelenkes gering ist, d. h. aktive Streckung bei nur geringen Schmerzen ist möglich.

Differentialdiagnostisch kann die Patella partita Schwierigkeiten bereiten.

Nach BLANKENBURG unterscheidet man fünf verschiedene Formen.

Form I (apikaler Typ): querverlaufender Spalt trennt großes oberes Fragment von kleinem distalen Fragment;

Form II (sagittaler Typ): senkrecht verlaufender Spalt trennt größeren medialen von kleinerem lateralen Anteil;

Form III (marginaler Typ): bogenförmiger Spalt trennt aus dem oberen lateralen Rand mehrere kleine Teilstücke;

Form IV: kleine Teilstücke am medialen Rand;

Form V (frontaler Typ): Trennung in vorderes und hinteres Teilstück;

Form III kommt häufig vor. Form IV und Form V sind sehr selten.

Form II der Patella bipartita kann einer Längsfraktur besonders ähnlich sein. Diese Zweiteilung kann die Knie-
scheibe geringgradig verbreitern und lokalen Druckschmerz nach körperlicher Belastung oder direkter Gewalteinwirkung hervorrufen (ODERMATT).

Röntgenologische Abgrenzungskriterien einer Patella partita sind: Randsklerosierung der Einzelteile, häufigere Beidseitigkeit, unveränderte Spaltbreite bei gebeugtem oder gestrecktem Knie und bei Verlaufskontrollen.

Kriterien einer Patellalängsfraktur sind: unregelmäßige Konturierung des Frakturspaltes, Verwerfungen der femoropatellaren Gelenkfläche, veränderliche Breite des Frakturspaltes bei Beugung und Streckung und bei Verlaufskontrollen. Die normale Röntgentechnik des Kniegelenkes in zwei Ebenen ist zur Diagnose der Patellalängsfraktur unzureichend.

TEUBNER und SCHREIER bevorzugen aufgrund ihrer Untersuchungen das Vorgehen von LAPIDUS. Der Patient befindet sich in Bauchlage, das Kniegelenk ist gebeugt und der Strahlengang ist streng tangential. Bei allen unklaren Kniegelenksbeschwerden empfehlen TEUBNER und SCHREIER die tangentielle Aufnahmetechnik. Einerseits ist eine Längsfraktur nachzuweisen oder auszuschließen, andererseits gewährt die Aufnahmetechnik einen Einblick in den femoropatellaren Gleitweg.

4.4. Therapie

4.4.1. Geschichtlicher Überblick

Schon in früheren Zeiten, vor Asepsis und moderner Anaesthesie, wurden Kniescheibenbrüche operativ versorgt. Die ersten Versuche, Patellafrakturen unter Sicht offen zu behandeln, gehen auf AURELIO SEVERINO, 17. Jh., zurück. Später setzten RHEA BARTON 1834, DIEFENBACH 1846 sowie BYRD KUBER und LOGARZ 1864 die operative Behandlung fort (KÄSTNER). 1868 versuchte VOLKMANN bereits mit Hilfe metallischer Implantate die Fragmente der Kniescheibe nach Reposition zu fixieren (BABAYAN). Bei all diesen Eingriffen blieben wegen schwerer Infektionen die gewünschten Erfolge aus.

Die leichte Infizierbarkeit der Operationswunde ließ damals viele vor Gelenkoperationen zurückschrecken. Man gab konservativen Methoden den Vorzug. So wurden unter anderem Heftpflaster-, Streck- und Gipsverbände angelegt. Mit Wattepolster sollte das obere dem unteren Bruchstück genähert werden (COULHON). Außen angesetzte Klammern (MALGAIGNE) sollten die distrakten Bruchstücke vereinigen. Subcutannähte (KOCHER und RIEDEL) sollten eine stabile Adaptation der Fragmente bewirken (KÄSTNER). All diese Anstrengungen wurden von der von VOLKMANN vorgeschlagenen Punktion des Kniegelenkergusses unterstützt (PASCHOLD).

In der vorantiseptischen Zeit war die Zahl der empfohlenen Behandlungsmethoden groß. BEYER berichtet von etwa 90 Apparaten zur Stabilisation von Kniescheibenbrüchen, doch bescherten sie allzuoft nur Mißerfolge wie Sepsis, Pseudarthrosenbildung, Refrakturen oder Quadrizepsatrophie.

Entgegen den oben genannten operativen und konservativen Behandlungsmethoden soll WARNER bereits 1754 Patellafrakturen durch frühzeitige Bewegung im Kniegelenk behandelt haben (SENST und NOWACK).

Erst mit Durchführung von konsequenter Anti- und Asepsis konnten operative Maßnahmen erfolgreicher durchgeführt und verfeinert werden.

CAMERON und LISTER führten 1877 zum ersten Male unter antiseptischen Maßnahmen die offene Patellanaht durch. Ein Jahr später, 1878, folgte TRENDLENBURG in Deutschland diesem Beispiel (PASCHOLD). Neben der konservativen Behandlungsmethode gewann in der Folgezeit die operative Behandlung der Patellafraktur immer mehr an Bedeutung. Uneinigkeit herrschte jedoch über die Art des Vorgehens. Es wurden im allgemeinen drei verschiedene operative Verfahren angewandt:

1. nur die Knochenfragmente werden durch eine Naht vereinigt, der mitverletzte Streckapparat wird gänzlich vernachlässigt;
2. alleinige Naht des Reservestreckapparates ohne Patellanaht, dadurch wird das Patellalager wieder hergestellt;
3. Naht der Patella und des Reservestreckapparates.

Über das therapeutische Vorgehen bei Patellafrakturen äußerte sich THIEM auf dem Deutschen Chirurgenkongreß 1905. Er stelle in seinem Referat fest, alle Patellafrakturen mit erhaltenem Streckapparat könnten konservativ behandelt werden, außer jenen Frakturen, bei denen es trotz erhaltenem Streckapparat zu einer Verwerfung der einzelnen Fragmente gekommen ist.

In der nachfolgenden Zeit wurden die Patellafrakturen

nach den von THIEM gesetzten Richtlinien behandelt. Die Diskussion über das bei der Patellanaht zu verwendende Nahtmaterial erstreckte sich über den Silberdraht, den Aluminium-Bronze-Draht, den geglühten Eisendraht bis hin zum heute verwendeten V2A-Stahldraht. Unter anderem wurden auch Materialien wie Catgut, Seide, Känguruhsehne und Kunststoffe zur Naht eingesetzt (PASCHOLD).

Die Patellanaht wurde und wird zum Teil heute noch im wesentlichen nach zwei Arten ausgeführt: als Cerclage nach BERGER, KOCHER oder als Longitudinalnaht nach PAYR.

Da die Adaptation der Fragmente ohne Stufenbildung an der Gelenkfläche mit Schwierigkeiten verbunden ist, zeigten BLODGETT und FAIRCHILD 1936, BROOKE 1937 einen anderen Weg der Therapie. Sie entfernten die frakturierte Patella ganz und berichteten über gute Ergebnisse.

Bei erhaltener Streckfähigkeit des Kniegelenkes wies PAP 1960 auf die Möglichkeit der funktionellen Behandlung von Patellafrakturen hin. Somit stehen heute, je nach Bruchform abzuwägen, drei Behandlungsarten zur Verfügung: die konservative, die operative und die funktionelle Behandlung.

Die heute im Vordergrund stehende Behandlungsmethode ist die Zuggurtungsosteosynthese nach PAUWELS und der AO.

4.4.2. Heutige Therapie

Im allgemeinen hat sich die Therapie der Patellafrakturen, ob konservativ oder operativ, nach drei Gesichtspunkten zu richten: nach dem Lokalbefund, nach dem Allgemeinzustand des Patienten und nach dem Ausmaß der Begleitverletzungen.

Eine Patellafraktur mit Dislokation der Fragmente verheilt ohne Reposition und Fixation pseudarthrotisch. Als Folge einer Pseudarthrose schließen sich aktive Streckhemmung im Kniegelenk und später eine schwere Arthrosis deformans an.

Daher ist es Ziel jeder Therapie, die stufenlose Patellagelenkfläche wieder herzustellen, den knöchernen Durchbau zu erreichen, eine Atrophie des M. quadrizeps zu verhindern und den Patienten subjektiv beschwerdefrei zu machen.

4.4.2.1. Konservative Therapie

Die Indikation zum konservativen Vorgehen ist angezeigt bei unverletztem Streck- und Reservestreckapparat (Dehizensz der Bruchstücke nicht größer als 1 - 2 mm) und wenn keine Verwerfung der Fragmente an der Gelenkfläche besteht.

Kniescheibenbrüche, die diese Bedingungen erfüllen, sind nach BÖHLER, J., wenn auch heute nicht mehr, sehr häufig und machen 60 % aller Patellafrakturen aus. Zu ihnen zählen die Patellarandabsprengungen ohne Verlagerung, die Patellafissuren, die subaponeurotischen Längs- oder Querbrüche und Infraktionen ohne Diastase. Bei der konservativen Behandlung wird das verletzte Bein auf eine Schiene ruhig gelagert. Besteht ein Bluterguß, so kann die Anschwellung durch Hochlagern der verletzten Extremität und durch Anwendung von feuchten Umschlägen und resorptionsfördernden Salbenverbänden beschleunigt werden. Geht der Erguß nicht zurück, so wird dieser am 4. - 6. Tag nach der Verletzung abpunktiert. J. BÖHLER punktiert bei bestehendem Hämarthros sofort. Ein angelegter Kompressions-

verband soll einer nochmaligen Ergußbildung vorbeugen.

Nach Abschwellung des Ergusses wird in 180° Streckstellung ein dem Kniegelenk gut anmodellierter Gipstutor für die Dauer von 4 - 5 Wochen angelegt (BEDACHT und RUEFF). Noch während der Gipsbehandlung werden aktive Muskelübungen durchgeführt.

Die funktionelle Behandlung nach PAP beschränkt sich nur auf Ausnahmefälle. Bei erhaltener Streckfähigkeit des Kniegelenkes wählt PAP diese Behandlungsform bis zu einer Fragmentdehiszenz von 8 mm. SENST und NOWAK sehen eine 2 mm große Diastase bei gebeugtem Knie als obere Grenze an. Bei der Therapie wird der Patient aufgefordert, das Bein aktiv zu beugen und zu strecken. Die Behandlung wird unter wöchentlicher Röntgenkontrolle durchgeführt, um einer größeren Dislokation rechtzeitig vorbeugen zu können. Die Begründung zur funktionellen Behandlung leitet sich von der Überlegung ab, daß eine Patella partita die Kniegelenkfunktion nicht beeinträchtigt und daß sich das bei der Behandlung zwischen den Fragmenten ausbildende intrapatellare Band den an der Patella angreifenden Zugkräften standhält (PAP). SENST und NOWAK weisen bei dieser Behandlungsart auf gute Heilergebnisse hin und begründen diese durch die Folge einer frühzeitigen Mobilisierung und einer physiologischen Belastung des Gelenkes.

Andere Arten der konservativen Behandlung wie Repositionsversuche durch Stauchung der Kniescheibe gegen die Femurvorderfläche oder Fixation der Bruchstücke durch kranial und kaudal umgreifende Leukoplaststreifen sind nicht erfolgreich (BEDACHT und RAEFF).

4.4.2.2. Operative Therapie

Die Indikation zur operativen Therapie der Kniescheibenbrüche stellt sich im allgemeinen nach SCHWEIKERT

1. bei der Kontinuitätsunterbrechung des Streckapparates mit entsprechender Distraction,
2. bei der offenen Patellafraktur,
3. bei Mehrfachfrakturen, insbesondere der gleichen Extremität, also zusätzlichen Ober- und Unterschenkelbrüchen.

Der Zeitpunkt der Operation wird in der Literatur sehr unterschiedlich festgelegt.

Geschlossene Frakturen werden von einigen Autoren erst nach dem Abschwellen des Gelenkergusses und dem Abheilen von Hautabschürfungen oder Weichteilkontusionen operiert (PASCHOLD, BÖHLER, L., WELLER und KÖHNLEIN). Von anderer Seite wird nach Möglichkeit die Frühoperation innerhalb der ersten 12 - 24 Stunden ausgeführt (BÖHLER, J.).

Bei der offenen Patellafraktur lehnt BAUMGARTL wegen der Keimeinschleppung durch die implantierten Fremdkörper die primäre Naht der Kniescheibe und des Reservestreckapparates ab. Andere Autoren bevorzugen die Sofortoperation. Dabei versorgen die einen nur die Haut (WELLER und KÖHNLEIN), während die anderen Streckapparat und auch Kniescheibe primär nähen (BÖHLER, J., BEDACHT und RUEFF).

Die Patella kann durch die verschiedensten Schnittführungen freigelegt werden. Im Gegensatz zu dem meistempfohlenen oberen oder unteren Bogenschnitt zieht BÖHLER, J. einen queren Hautschnitt über der Mitte der Kniescheibe vor.

Gründe hierfür sind die weniger auffällige Narbe und ein

übersichtlicher Zugang zum Reservestreckapparat.

Für eine erfolgreiche Therapie ist die Wahl der zweckmäßigsten Operationsart von Bedeutung. Zur operativen Behandlung der Patellafrakturen stehen drei Methoden zur Verfügung:

1. die Osteosynthese
2. die Teillexstirpation
3. die Totalexstirpation

Unter den Osteosyntheseverfahren gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, die Bruchstücke zu fixieren. Die einzelnen Verfahren sind die 1893 von BERGER vorgeschlagene peripatellare Circumduktion (Cerclage), die Hemicerclage nach QUÉNU, die intrapatellare Knochennaht als längsgerichtete U-Naht nach PAYR und LE DENTU und quere U-Naht nach QUÉNU. Andere Verfahren sind die Cerclage mit Kunststoff (EHALT), mit autoplastischem Kutis- oder Fascienstreifen (REMIGOLSKI und PALKA), die langgestellte Druckosteosynthese mit Spannfeder (FORGON), die Fixation der Patellafragmente durch Verschraubung (SMILLIE) und die gekreuzte Bohrdrahtosteosynthese (BÖHLER, J.). Mit Ausnahme der Verschraubung bei Längsfrakturen werden die genannten Osteosyntheseverfahren im allgemeinen nicht mehr angewandt. Das heute am gebräuchlichsten und gegenüber den anderen Methoden wohl stabilste Osteosyntheseverfahren ist die Zuggurtung nach PAUWELS und der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO). Diese Methode der operativen Behandlung wurde bereits 1919 von STEINMANN in Bern beschrieben. Als einer der ersten analysierte HACHEZ-LEBLANC 1958 das Prinzip der Patellazuggurtung und empfahl es in seiner Art.

Die Bezeichnung Zuggurtung, aus der Mechanik entliehen,

wurde von PAUWELS als Behandlungsprinzip nicht nur bei Patellafrakturen, sondern auch bei Pseudarthrosen und intratrochantären Osteotomien geprägt.

Nach PAUWELS und der AO ermöglicht die herkömmliche äquatoriale Drahtumschlingung keine feste Vereinigung der Fragmente und keine Übungsstabilität. Wie PAUWELS gezeigt hat, handelt es sich bei der Zuggurtungsosteosynthese im wesentlichen um eine Drahtschlinge (V4a-Draht), die soweit auf der Ventralseite der Patella angebracht wird, daß sie gerade unterhalb der Sehnenansätze des Quadrizeps und des Ligamentum patellae zu liegen kommt. Durch Spannen des Drahtes werden die ventralen Anteile der Fragmente unter Druck gesetzt. Die Zuggurtung fängt die Zugkräfte an der Patella auf und bei Beugung des Kniegelenkes entsteht eine interfragmentäre Kompression im ganzen Frakturbereich.

Sind die Fragmente mit dem Zuggurtungsdraht nicht rotationsstabil zu fixieren, so werden nach der Methode von MÜLLER und WEBER zusätzlich parallele Kirschner-Drähte längs oder quer eingeführt. Diese Methode läßt sich auch bei Frakturen mit mehr als zwei Fragmenten anwenden. Zunächst werden mit Hilfe von parallel verlaufenden Kirschner-Drähten die Bruchstücke so fixiert, daß eine stufenlose Patella-gelenkfläche wiederhergestellt wird. Die anschließend angelegte Zuggurtung bringt eine weitere Stabilisation sowie den erwünschten interfragmentären Druck.

Weitere Osteosyntheseverfahren mit Anwendung des Zuggurtungsprinzips sind die transossäre Drahtnaht mit Zuggurtung nach WENZEL und KRÜGER und die zweifache Zuggurtung mit Kirschner-Drähten nach TÖNNIS.

Bei der Zuggurtungsosteosynthese bestehen in den meisten Fällen stabile Verhältnisse, so daß eine funktionelle

gipsfreie Nachbehandlung möglich ist und gipsbedingte Gelenksteife sowie Quadrizepsatrophie vermieden werden können (PAUWELS, HUGGLER, WELLER und KÖHNLEIN u. a.). Die Zuggurtung kann als funktionelle Druckosteosynthese bezeichnet werden, deren Wirkung durch die physiologische Kniegelenkbewegung gesteigert wird (DANIS).

Weitere Methoden der operativen Behandlung sind die Patellektomie. Über die Indikationsbreite und die Beurteilung der postoperativen Ergebnisse herrschen die verschiedensten Meinungen. So empfehlen verschiedene Autoren bei Kniescheibenbrüchen die völlige Entfernung dann, wenn eine konservative Behandlung nicht ausreicht (BROOKE, BLODGETT, O'DONOGHUE). Andere Autoren halten die Patellektomie dann für angezeigt, wenn bei schweren mit Knorpelabsprengungen einhergehenden Trümmerbrüchen die Distraction der Bruchstücke und die Verwerfung der Patella-gleitfläche nicht sicher behoben werden können (BÖHLER, J., SCHÖNBAUER und WELLER, KUKLA, PIERER, DREYER und GROHER, SELIGO u. a.).

Unter dem Einfluß der Arbeiten von FÜRMYER, DE PALMA und FLYNN, die auf die mechanische Bedeutung der Kniescheibe für die vollkommene Funktion des Kniestreckapparates hinwiesen, warnen andere Stimmen vor einer Patellektomie (MARSHNER, PASCHOLD, DUTHIE und HUTCHINSON).

Ein Kompromiß, der einerseits eine unebene Gelenkfläche, andererseits die Änderung der Kniegelenkmechanik und -belastung vermeiden läßt, bietet die partielle Patellektomie. Die Indikation zur Teilpatellektomie wird von der jeweiligen Restpatella abhängig gemacht. Über die Größe der noch verbleibenden Patella sind viele Autoren geteilter Meinung. So fordert BÖHLER, J., daß ein "großes Hauptbruchstück" bestehen bleiben soll. LABITZKE und REHN

entfernen $\frac{1}{3}$ der Gelenkfläche. SENST und NOWAK verzeichneten gute Ergebnisse, wo höchstens $\frac{1}{4}$ der Gelenkfläche entfernt wurde. BASU nimmt die partielle Patellektomie dann vor, wenn nur der distale Pol frakturiert ist.

4.5. Komplikationen

Die biomechanische Wertigkeit der Kniescheibe erfordert eine gezielte und zweckmäßige Behandlung der Kniescheibenbrüche. Die nötige Erfahrung und Sorgfalt bei der Primärversorgung garantiert nicht allein den Behandlungserfolg. Darüber hinaus sind genaue Kenntnisse über aufgetretene oder zu erwartende Komplikationen von großer Wichtigkeit, um die vollwertige Funktion des Kniegelenkes wieder herzustellen. Im folgenden soll auf die wichtigsten Behandlungsprobleme kurz eingegangen werden.

4.5.1. Komplikationen allgemeiner Art

Zu den allgemeinen Komplikationen zählen all die Erkrankungen, die auch bei anderen Frakturen auftreten können. Zu nennen sind

1. die Thrombose oder Thrombophlebitis der unteren Extremitäten
2. Embolien (Thromb- und Fettembolien)
3. Druckschädigungen von Nerven
4. die Myositis ossificans und
5. die Atrophie der Weichteile

4.5.2. Komplikationen spezieller Art

Zu den Frühkomplikationen zählen Wundheilungsstörungen, Gelenkinfekte und Einschränkung der Beweglichkeit durch Ruhigstellung. An Spätkomplikationen sind zu nennen: Implantatbrüche, Refrakturen, Pseudarthrosen und Sekundärarthrosen.

Günstige Voraussetzungen für die Weichteil- und Wundheilung werden durch die Sofortoperation mit Wundausschneidung und Hämatomausräumung geschaffen. Durch diese Infektionsprophylaxe und wegen der guten Durchblutung der Haut im Kniegelenkbereich sind Wundheilungsstörungen wie Hautnekrosen, Eiterung ohne Gelenkbeteiligung und Fistelungen selten. Bei der offenen Patellafraktur vor allem aber auch bei der operativen Behandlung der Knie-scheibenbrüche besteht die Gefahr einer Gelenkinfektion. Die beste Infektionsprophylaxe ist gewebeschonendes Operieren bei angemessener Operationszeit und Wundinspektion unter sterilen Bedingungen (AO). Als Infektionsursache steht an erster Stelle die Kontamination mit Hospitalkeimen, vor den Wundverunreinigungen am Unfallort. Beim Übergreifen der Infektion auf die Weichteile kann im Extremfall die Amputation des Beines unvermeidlich sein. Spätfolgen bei ausgedehnten Fällen einer Gelenkinfektion sind Ankylosen und schmerzhafte Gonarthrosen.

Im Zuge der natürlichen Wundheilung kommt es zu Verwachsungen an der Patellagleitbahn und Kapselschrumpfung durch Ruhigstellung. In Verbindung mit iatrogenen Fehlern können verbleibende Beweglichkeitseinschränkungen nach Abschluß der Behandlung auftreten. Unter anderem sind als Ursachen zu nennen: mangelhafte Reposition und Fixation der Fragmente, unzureichende Versorgung der verletzten Muskel- und Sehnenanteile des Vastus medialis und Inkon-

gruenz der Patellagelenkfläche.

Implantatbrüche sind in der Chirurgie keine Seltenheit. Ursache für Schraubenrisse und Drahtbrüche sind mangelhafte Versorgung des Reservestreckapparates, instabile Osteosynthese, zu frühe funktionelle Belastung des Osteosynthesematerials, ungeeignetes Material, Materialfehler und ständige Biegebelastung.

Refrakturen und Pseudarthrosen nach Kniescheibenbrüchen sind nach BAUMGARTL in ihrer Häufigkeit zurückgegangen. Als Ursache kommen mangelhafte Reposition, instabile Osteosynthese, frühzeitige funktionelle Belastung, Implantatbruch und Infektion in Frage. Als Pseudarthrosen gelten alle innerhalb von acht Monaten nicht geheilte Knochenbrüche (AO). Die Ursache für Pseudarthrosebildung bei Patellafrakturen ist nach FREULER, BRUNNER und RÜTER wahrscheinlich in devitalisierten Fragmenten zu suchen. Die Pseudarthrose gilt mit als Grund für Streckinsuffizienz und Sekundärarthrose.

Eine schwere Komplikation nach konservativer und operativer Behandlung ist die Sekundärarthrose. Die beginnende Arthrosis deformans läßt sich nur mikroskopisch feststellen. Röntgenologische Zeichen wie Randwulst- und Zackenbildungen sind Ausdruck schon weit fortgeschrittener Stadien. Ursachen der Sekundärarthrosen sind:

1. Stufenbildungen an der Gelenkfläche (DICK, HENCHE und MORSCHER)
2. Knorpeldefekte an der Gelenkfläche (UEHLINGER u. a.)
3. Hochstand der Restpatella
4. kleine Restpatella nach Teilexstirpation
5. Kippung des kaudalen Randes der Restpatella

gegen die Oberschenkelrollen durch fehlerhafte
Reinsertion des Ligamentum patellae (VILLIGER)

6. Kniescheiben mit planer oder konvexer Gelenk-
facette (BAUMGARTL)

5. Eigene Untersuchungen

5.1. Methodik zur Erfassung des Patientengutes

Mit Hilfe der Daten des Institutes für medizinische Dokumentation in Mainz wurden die Krankenblätter der Patienten, die in der Zeit von 1969 bis 1975 wegen einer Patellafraktur behandelt wurden, ermittelt.

Die Krankenblätter der 1976 behandelten Patienten wurden über die Stationsbücher ausfindig gemacht.

Die für die vorliegende Arbeit spezifischen Befunde wurden aufgrund der vorhandenen Krankenblätter und Röntgenbilder einerseits, andererseits durch eigene klinische Untersuchungen erhoben.

5.2. Häufigkeitsverteilung

Im Zeitraum von 1969 bis 1976 wurden 155 Patienten unter der Diagnose Patellafraktur stationär behandelt; vier Patienten hatten sich eine beidseitige Patellafraktur zugezogen, so daß sich eine Frakturgesamtzahl von 159 ergab.

Abbildung 1 zeigt im einzelnen die Verteilung auf die Jahre 1969 - 1976.

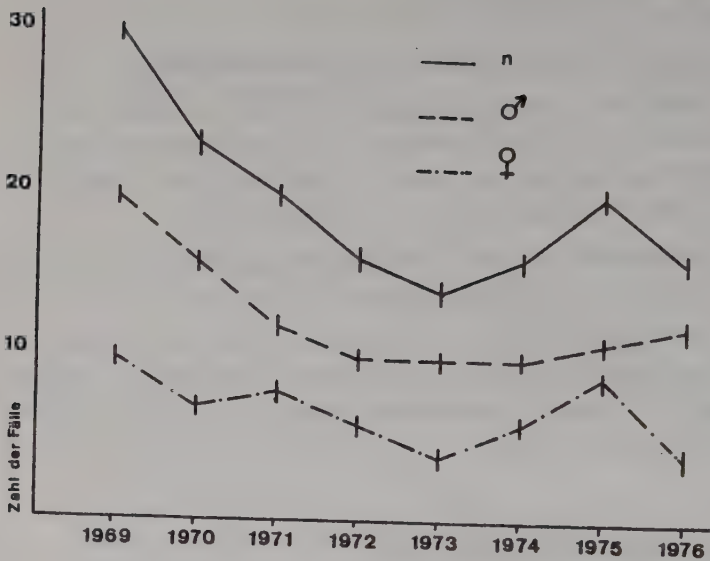


Abb. 1: Verteilung des Patientengutes auf die Jahre 1969 - 1976

5.3. Geschlechtsverteilung

In Übereinstimmung mit der Literatur geht aus Abbildung 1 hervor, daß Männer häufiger Kniegelenksverletzungen erleiden als Frauen (PASCHOLD, VILLIGER, SENST und NOWAK). Die Männer waren in unserem Krankengut 101 (65,2 %) und die Frauen 54 (34,8 %) mal vertreten.

5.4. Altersverteilung

Der jüngste Patient war ein 11jähriger Junge, der älteste ein 89jähriger Mann. Nur drei Verletzte (1,9 %) waren jünger als 16 Jahre. DIEBOLD fand unter 1.200 Patellafrakturen nur 16 Personen (1,33 %) unter 15 Jahren. SCHÖNBAUER fand unter 578 Kniescheibenbrüchen 5 (0,9 %) Jugendliche unter 16 Jahren.

Das Gesamtdurchschnittsalter lag bei 41,2 Jahren. Das Durchschnittsalter der Frauen mit 49,0 Jahren lag wesentlich über dem der Männer mit 37,2 Jahren. Abbildung 2 gibt Aufschluß über die Häufigkeit der Patellafrakturen in den einzelnen Altersgruppen bei Männern und Frauen.

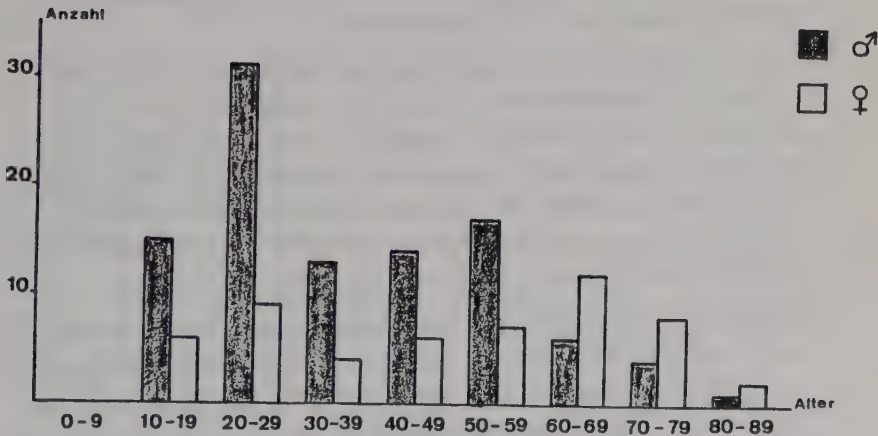


Abb. 2: Verteilung nach Alter und Geschlecht

5.5. Unfallursachen

Unfallursache	gesamt	Männer	Frauen
Verkehrsunfälle	84	65	19
häusliche Unfälle	27	9	18
Wegeunfälle (Sturz zu ebener Erde)	18	7	11
Arbeitsunfälle	13	10	3
Spielunfälle	4	2	2
sonstige Unfälle	9	8	1
Summe	155	101	54

Tab. 1: Verteilung der Unfallursachen

Die Verteilung der Unfallursachen geht aus Tabelle 1 und Abbildung 3 hervor. Danach liegt der Verkehrsunfall (54,2 %) als Unfallursache an der Spitze, weit vor dem häuslichen Unfall (17,4 %), dem Wegeunfall (11,6 %), dem Arbeitsunfall (8,4 %) und dem Spielunfall (2,6 %). Sonstige Unfälle waren mit 5,8 % vertreten.

Dazu gehören vier Sprünge aus dem Fenster: 3 Suizidversuche, 1 Fluchtversuch aus dem Polizeipräsidium. Eine Patientin war im Omnibus gestürzt, ein Patient erhielt im Streit einen Tritt gegen die Kniescheibe, ein Patient brach sich die Kniescheibe beim Absturz seines Sportflugzeuges. In zwei Fällen waren die Unfallursachen aus den Krankenblättern nicht ersichtlich.

Bei beiden Geschlechtern unterscheiden sich die Unfallarten erheblich. Während sich die Männer besonders bei Verkehrsunfällen und bei der Arbeit verletzen, erleiden die Frauen ihre Kniescheibenbrüche in erster Linie bei der häuslichen Arbeit und durch Ausrutschen oder Stolpern auf

der Straße (Tab. 1).

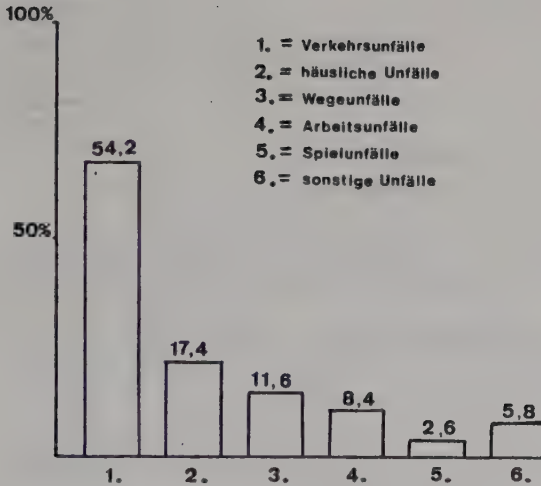


Abb. 3: Prozentuale Verteilung der Unfallursachen

Der zahlenmäßig hohe Anteil der Verkehrsunfälle als Ursache für Patellafrakturen erreicht einen auffälligen Gipfel bei den jüngeren Patienten zwischen 20 und 29 Jahren. Mit zunehmendem Alter nehmen die Verkehrsunfälle als Ursache ab.

Im einzelnen verteilen sich die Verkehrsunfälle als Ursache für Patellafrakturen in den einzelnen Altersgruppen wie folgt (Abb. 4):

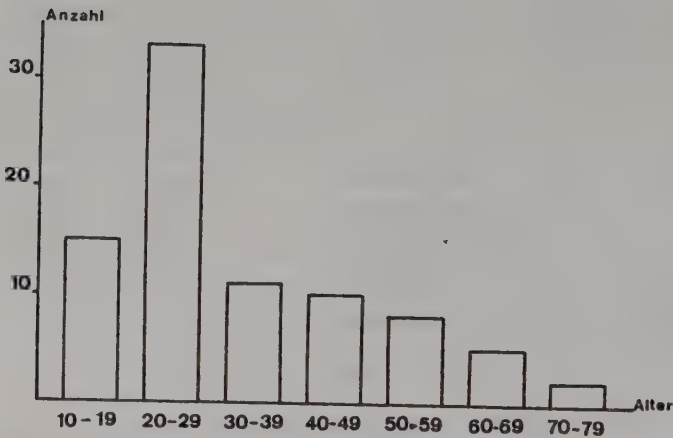


Abb. 4: Anteil der Verkehrsunfälle in den einzelnen Altersgruppen

5.6. Klinische Untersuchungsbefunde

5.6.1. Bruchformen

Im Rahmen der aufgeführten Unfallursachen zogen sich im Zeitraum von acht Jahren 155 Patienten Patellafrakturen zu. Vier Patienten hatten einen beidseitigen Kniescheibenbruch, so daß insgesamt 159 Frakturen zur Behandlung kamen.

Die Frakturen teilten sich auf in Trümmerfrakturen, Sternfrakturen, Querfrakturen, Absprengungsfrakturen, Rißfrakturen (oberer und unterer Patellapol), Längsfrakturen und Infraktionen.

Über die Verteilung der Bruchformen informiert Tabelle 2.

Frakturform	Anzahl	%
Trümmerfraktur	72	45,3
Sternfraktur	5	3,1
Querfraktur	52	32,7
Absprengungsfraktur	10	6,3
Rißfraktur	9	5,7
Längsfraktur	7	4,4
Infraktionsfraktur	4	2,5
Summe	159	100,0

Tab. 2: Bruchformen bei 159 Patellafrakturen

Die Zusammenstellung zeigt, daß die Trümmerfrakturen stark überwiegen und fast die Hälfte aller Brüche ausmachen. Mit Abstand folgen zunächst die Querbrüche und dann die Absprengungsbrüche. Die übrigen Formen wie Rißfrakturen (8 mal unterer Patellapol und 1 mal oberer Patellapol), Längsfrakturen, Sternfrakturen (mehrere Fragmente, aber keine Diastase- und Stufenbildung) (SENST und NOWAK) und Infraktionen machen zusammen mit nur 15,7 % aller Bruchformen einen geringen Teil aus.

In Tabelle 3 sind die einzelnen Bruchformen in Beziehung zur jeweiligen Unfallursache gesetzt. Man erkennt, daß Trümmerbrüche dort stark vertreten sind, wo der Unfallmechanismus eine direkte Krafteinwirkung auf die Knie- scheibe darstellt, z. B. beim Aufprall gegen das Armaturen- brett. Über die Hälfte aller Trümmerfrakturen ereigneten sich bei Verkehrsunfällen.

Auch die Absprengungsfrakturen sind dort am häufigsten zu finden, wo die direkte Kraftkomponente überwiegt. 8 von 10 Absprengungsfrakturen resultierten aus Verkehrsunfällen.

Unfall- ursache	Trümmer- fraktur	Stern- fraktur	Quer- fraktur	Absprengungs- fraktur	Riß- fraktur	Längs- fraktur	Infraktions- fraktur	n
Verkehr	40	2	24	8	5	5	2	86
häusl. Unfall	8	1	12	1	4	-	1	27
Wege- unfall	9	-	10	-	-	-	-	19
Arbeit	8	1	3	-	-	1	-	13
Spiel	1	-	2	-	-	-	1	4
sonst. Unfall	6	1	1	1	-	1	-	10
Summe	72	5	52	10	9	7	4	159

Tab. 3: Verteilung der einzelnen Bruchformen auf die jeweiligen Unfallursachen

Dort, wo indirekte Kräfte beim Trauma auf die Knie-
scheibe überwiegen, findet man häufiger Querfrakturen.
So zogen sich die Patienten beim Sturz auf die Knie-
scheibe aus niedriger Höhe, wie es hin und wieder bei
Hausarbeiten oder beim Stolpern passiert, häufiger Quer-
frakturen als Trümmerfrakturen zu. Mehr als $\frac{1}{3}$ aller
Querfrakturen ereigneten sich bei oben genannten Gele-
genheiten. Abbildung 5 zeigt die vier wichtigsten Unfall-
ursachen und die Häufigkeit der daraus resultierenden
Bruchformen.

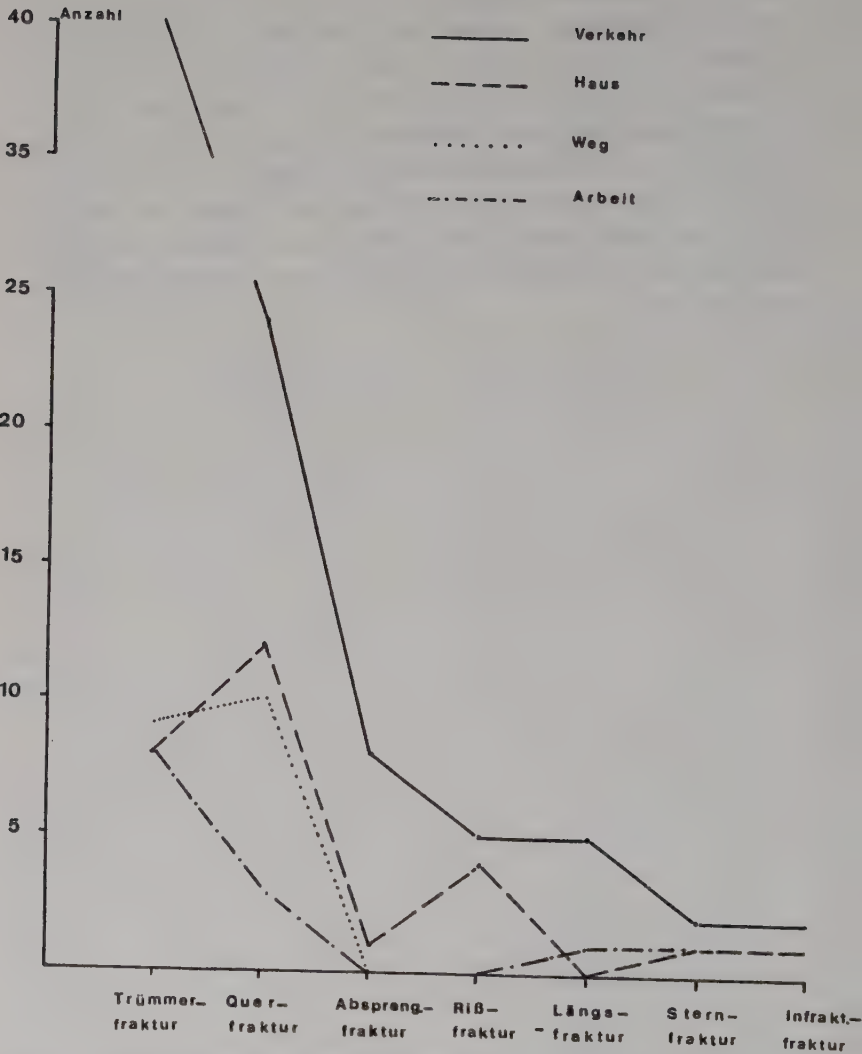


Abb. 5: Unfallursachen und die Häufigkeit der daraus resultierenden Bruchformen

5.6.2. Offene Frakturen

19 Patienten (11, 9 %) erlitten eine offene Patellafraktur.

Bis auf eine Querfraktur, die sich bei einem häuslichen Unfall ereignete, traten die restlichen 18 Brüche ausschließlich bei Verkehrsunfällen auf. Dabei handelte es sich 14 mal um Trümmerfrakturen, 2 mal um Infraktionen, einmal um eine Absprengungsfraktur und einmal um eine Längsfraktur.

5.6.3. Seitenverteilung

Bei 159 Patellafrakturen war das linke Bein 83 mal (52,2 %) und das rechte Bein 76 mal (47,8 %) betroffen.

5.6.4. Lokale Begleitverletzungen

Anhand der Aufnahmebefunde und Operationsberichte konnten mannigfache lokale Verletzungen festgestellt werden. Tabelle 4 gibt einen Überblick über Art und Häufigkeit der Läsionen.

Die aufgezeigten Verletzungen traten selten allein und isoliert auf, meistens waren sie miteinander kombiniert.

Über 3/4 der Patellafrakturen (79,2 %) gingen mit Bandverletzungen einher. Andere Verletzungen waren zwar zahlenmäßig geringer, von der Schwere des Traumas jedoch nicht bedeutungslos. Zu nennen sind insgesamt 14 knöcherne Verletzungen der Femur- und Tibiakondylen, sowie 5 intraoperativ sichtbare Knorpelverletzungen an der Patellarückfläche und den Femurkondylen.

lokale Begleitverletzungen		Anzahl
Bänder		<u>126</u>
	Haupt- und Reservestreckapparat	65
	Hauptstreckapparat	58
	Kreuzbänder	3
Menisci		<u>1</u>
Knorpel		<u>5</u>
	Patellarrückfläche	3
	Femurkondylen	2
Weichteile		<u>37</u>
	Haut	16
	Schleimbeutel	21
Kondylen		<u>14</u>
	Femur	10
	Tibia	4

Tab. 4: Verteilung der lokalen Begleitverletzungen

Bei 33 Patienten war der Bandapparat intakt. In 155 Fällen waren 24 Patienten ohne lokale Nebenverletzungen. Nur 9 Patienten waren außer ihrer Patellafraktur verletzungsfrei.

5.6.5. Sonstige Mitverletzungen

Je nach Schwere des Unfalles traten eine Reihe Mitverletzungen auf, die in Tabelle 5 wiedergegeben sind. In einem Teil der Fälle hatten diese Verletzungen Einfluß auf die Behandlungsdauer. Bei einigen Unfällen standen die Mitverletzungen im Vordergrund der Behandlung; hier wurde die Patellafraktur als Nebenverletzung angesehen. In diesem Zusammenhang ist auf 26 Polytraumata hinzuweisen. In 23 Fällen kamen diese schweren Verletzungen bei Verkehrsunfällen zustande. In zwei Fällen handelte es sich um Fensterstürze, in einem anderen Fall war ein Arbeitsunfall die Ursache.

Mit- verletzungen	bei	66 Verkehrs- unfällen (Polytrau- mata 23)	4 Arbeits- unfällen (Polytrau- mata 1)	3 häusl. Unfällen	4 sonst. Unfällen (Polytrau- mata 2)	n
Commotio cerebri		27	-	-	2	29
Contusio cerebri		6	-	-	1	7
Schädelfraktur		6	1	-	2	9
Nasenbeinfraktur		7	1	-	1	9
Oberkieferfraktur		5	1	-	1	7
Unterkieferfraktur		9	-	-	2	11
Kehlkopffraktur		3	-	-	-	3
Clavikulafraktur		1	-	-	-	1
Scapulafraktur		1	-	-	-	1
Rippenserienfraktur		15	-	1	-	16
Lungenkontusion		1	-	-	-	1
stumpfes Bauchtrauma		1	-	-	-	1
Nierenkontusion		1	-	-	-	1
Blasenruptur		1	-	-	-	1
o/u Armplexusläsion		1	-	-	-	1
Oberarmfraktur		4	-	-	1	5
Unterarmfraktur		16	1	2	-	19
Handfraktur		4	-	-	-	4
Hüftpfannenfraktur		5	1	-	-	6
Hüftkopfluxation		5	-	-	-	5
Oberschenkelfraktur		24	1	-	2	27
Unterschenkelfraktur		13	1	-	-	14
Läs. d. N. peroneus		2	-	-	-	2
Mittelfußfraktur		3	1	-	-	4
		161	8	3	12	184

Tab. 5: Aufstellung der Mitverletzungen bei 65 Verkehrs-,
4 Arbeits-, 3 häuslichen und 4 sonstigen Unfällen

5.7. Behandlung

Von 155 aufgenommenen Patienten verstarb eine Patientin unmittelbar vor der Operation. Damit kamen insgesamt 154 Patienten zur Behandlung ihrer Kniescheibenbrüche. 118 Patienten (76,6 %) wurden operativ und 36 Patienten (23,4 %) konservativ behandelt.

5.7.1. Konservative Behandlung

Von 36 Patienten, die konservativ behandelt wurden, erschienen zwei Patienten mit einer beidseitigen Patellafraktur. Bei einem handelte es sich um eine Absprengungsfraktur beidseits, die nach Reposition mit einem Gips-tutor behandelt wurde. Der andere Patient war ein 73jäh-riger polytraumatisierter Mann mit beidseitiger Trümmerfraktur, der an den Folgen der schweren Verletzungen starb. Bei acht der 36 konservativ behandelten Patienten lag ein Polytrauma vor, bei dem die Patellafraktur nur eine geringfügige Nebenverletzung war. Die anderen 28 Patienten wurden nach der Indikation: intakter Streckapparat, keine Verwerfung und Diastase der Fragmente, konservativ behandelt. Weder Alter noch körperliche Gebrechen bestimmten hier das therapeutische Vorgehen. Tabelle 6 zeigt, welche Bruchformen einer konservativen Therapie zugeführt wurden.

Die Patienten bekamen für die Dauer von 5 bis 6 Wochen eine gepolsterte Gipshülse. Während dieser Zeit wurden die Patienten zu Spannungsübungen des M. quadrizeps auf-gefordert.

Zu Beginn der konservativen Behandlung wurde je nach Fall der Gelenkerguß abpunktiert. Die Methode mit steilem Hochlagern und Anlegen von Salben- und Alkoholverbänden

Bruchform	Anzahl
Trümmerfraktur	2
Sternfraktur	3
Querfraktur	15
Absprengungsfraktur	7
Rißfraktur	3
Längsfraktur	4
Infraktionsfraktur	4
Summe	38

Tab. 6: Art und Anzahl der konservativ behandelten Bruchformen

zur Abschwellung des Ergusses wurde verlassen, da die Haut zu sehr mazerierte.

Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer betrug 25,2 Tage.

Tabelle 7 und Abbildung 6 informieren, nach welcher Zeit die Patienten zur ambulanten Weiterbehandlung aus der Klinik entlassen wurden. Die ambulante Weiterbehandlung umfaßte Gipskontrollen und röntgenologische Kontrollen der Fraktur, sowie Bewegungsübungen unter krankengymnastischer Anleitung nach Gipsabnahme.

Zeitpunkt der Entlassung

	1.Wo.	2.Wo.	3.Wo.	4.Wo.	5.Wo.	6.Wo.	später	n
Anzahl	2	12	6	2	5	3	5	35

Tab. 7: Zeitpunkt/Zahl der Entlassungen nach Wochen

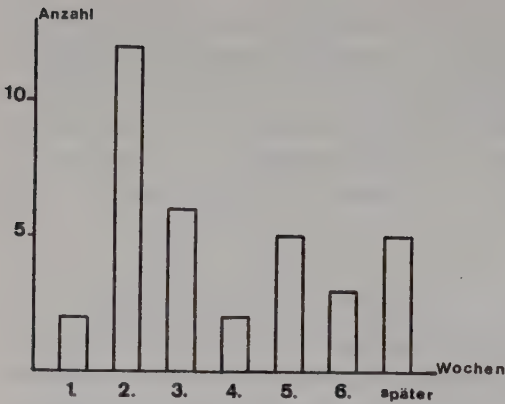


Abb. 6: Zeitpunkt und Zahl der Entlassungen nach Wochen

5.7.2. Operative Behandlung

118 Patienten mit Patellafraktur wurden operativ versorgt. Zwei Patienten wurden beidseits operiert. Zwei Patienten verstarben nach der Operation infolge eines Polytraumas an einer eitrigen Meningitis und an einer Pneumonie.

Durchschnittlich vergingen 10,8 Tage zwischen Unfall und Operation. Am Unfalltag selbst wurden 29 Patienten operiert. 67 Patienten (56,8 %) wurden während der ersten Woche, 31 Patienten (26,3 %) während der zweiten Woche und 13 Patienten (11,0 %) während der dritten Woche nach dem Unfall operativ behandelt. Für sieben Patienten (5,9 %) lag der Operationszeitpunkt später als die dritte Woche. Siehe auch Abbildung 7.

Als Narkoseform wurde 69 mal die Intubationsnarkose, 46 mal die Lumbalanaesthesie und 3 mal Maskeninhalation gewählt.

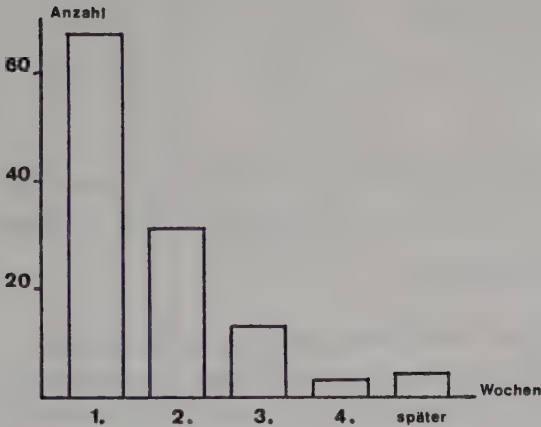


Abb. 7: Zeitpunkt der Operation

Zur Freilegung der Patella wurde 89 mal der von J. BÖHLER angegebene direkte Bogenschnitt über die Kniescheibenmitte angewandt. Andere Zugänge waren der Bogenschnitt unterhalb der Patella (19 mal), der antero-mediale Zugang nach PAYR (10 mal) und der antero-laterale Zugang oder Längsschnitt (2 mal).

Als Operationsmethode wurde in den meisten Fällen die Zuggurtungsdruckosteosynthese (102 mal) gewählt.

Andere Methoden wie primäre Teilpatellektomie, U-Drahtnaht, Cerclage, Verschraubung und Patellektomie fanden insgesamt 18 mal Anwendung (Tab. 8).

Operationsmethode	Anzahl
Zuggurtungsdruckosteosynthese	102
primäre Teilpatellektomie	7
Drahtnaht (U)	2
Cerclage	5
Verschraubung	2
Patellektomie	2
Summe	120

Tab. 8: Operationsmethoden

Die in unserer Klinik seit 1964 immer häufiger durchgeführte Zuggurtungsdruckosteosynthese wurde in klassischer Form ohne sonstiges Implantat nur in zwei Fällen angewandt. In 100 Operationen wurde sie mit anderem Implantat kombiniert (Tab. 9).

Art der Kombination	Anzahl
Zuggurtung + Kirschner-Drähte	71
Zuggurtung + partielle Patellektomie	16
Zuggurtung + Cerclage	9
Zuggurtung + Schraube	4
Summe	100

Tab. 9: Zuggurtung in Kombination mit anderen Methoden

Welche Operationsmethoden im einzelnen bei den verschiedenen Bruchformen eingesetzt wurden zeigt Tabelle 10.

Bruchform/Anzahl

Behandlungs- methode	Trümmer- fraktur	Stern- fraktur	Quer- fraktur	Absprengungs- fraktur	Riß- fraktur	Längs- fraktur	Infraktions- fraktur	n
Zuggurtung	63	1	33	-	4	1	-	102
primäre Teil- patellektomie	3	-	-	3	1	-	-	7
Cerclage	2	1	2	-	-	-	-	5
Drahtnaht	-	-	1	-	1	-	-	2
Verschraubung	-	-	-	-	-	2	-	2
Patellektomie	2	-	-	-	-	-	-	2
Summe	70	2	36	3	6	3	-	120

Tab. 10: Operative Behandlungsmethoden bei 120 Patellafrakturen

Bei der Anwendung der Zuggurtungsdruckosteosynthese wurde im wesentlichen wie folgt vorgegangen.

Operiert wird in Blutsperre. Die Freilegung der Kniescheibe erfolgt meistens durch den Bogenschnitt über der Patellamitte. Die Kniescheibe und der Reservestreckapparat werden übersichtlich freigelegt.

Gewebsfetzen zwischen der Streckaponeurose und kleine abgesprengte Knochenfragmente aus dem Gelenkinneren werden sorgfältig entfernt. Vorübergehend werden die Fragmente mit Einzinkerhaken oder mit Konstriktoren adaptiert. Der retropatellar tastende Finger gewährt eine stufenlose Adaptation. Beidseits der Fraktur wird das Sehngewebe auf eine Distanz von 2 bis 3 mm abgeschoben. Die erste Drahtnaht wird tief durch die Ansätze der Patellar- und Quadrizepssehne geführt. Der zweite Draht liegt eben noch unter den Sharpeyschen Fasern. Es erfolgt die Kapselnaht beidseits der Patella. Ein subkutanes Redon-Drain wird eingelegt und ein Druckverband angelegt.

Bei Frakturen mit mehr als zwei Fragmenten werden diese mit parallelverlaufenden Kirschner-Drähten stufenlos adaptiert.

Eine Gipshülse wird je nach Fall angelegt.

Bei 120 operativ versorgten Patellafrakturen wurden post operationem 75 Gipshülsen angelegt. Fast $\frac{2}{3}$ der Gipshülsen wurden bei Trümmerfrakturen angelegt, annähernd $\frac{1}{3}$ bei Querfrakturen (Tab. 11).

Von 102 Zuggurtungen wurden über 50 % zusätzlich mit Gipshülsen versorgt (Tab. 12).

Die Gipshülse wurde durchschnittlich nach 10,6 Tagen, nachdem die Fäden gezogen waren, angelegt. Für 51 Patellafrakturen konnte die Dauer der Gipsbehandlung aus den Kran-

Bruchform/Anzahl

Gips- behandlung	Trümmer- fraktur	Stern- fraktur	Quer- fraktur	Absprengungs- fraktur	Riß- fraktur	Längs- fraktur	Infraktions- fraktur	n
JA	47	1	20	2	5	-	-	75
NEIN	25	1	16	1	1	3	-	45
Summe	70	2	36	3	6	3	-	120

Tab. 11: Postoperative Nachbehandlung bei verschiedenen Bruchformen

Gipshülsen/Anzahl

Behandlungsmethode	JA	NEIN	n
reine Zuggurtung	1	1	2
Zuggurtung			
+ Kirschner-Drähte	42	29	71
+ partielle Patellektomie	13	3	16
+ Cerclage	6	3	9
+ Schraube	2	2	4
primäre Teilpatellektomie	6	1	7
Cerclage	4	1	5
Drahtnaht	1	1	2
Verschraubung	-	2	2
Patellektomie	-	2	2
Summe	75	45	120

Tab. 12: Behandlungsmethoden und postoperative Nachbehandlung

kenblättern und Ambulanzakten ermittelt werden. Sie betrug durchschnittlich 28,5 Tage.

Die durchschnittlich stationäre Aufenthaltsdauer der operativ versorgten Patienten betrug 27,9 Tage. Bei reiner Patellafraktur ohne Mitverletzungen dauerte der Aufenthalt 20,8 Tage. Da nach der Operation zwei Patienten verstarben, beziehen sich die Werte auf 116 Patienten. Tabelle 13 und Abbildung 8 zeigen, nach wieviel Wochen die Patienten aus der Klinik zur ambulanten Weiterbehandlung entlassen wurden. 10 von 14 Patienten, die später als nach 8 Wochen entlassen wurden, hatten ein Polytrauma erlitten.

Zeitpunkt der Entlassung

	1.Wo.	2.Wo.	3.Wo.	4.Wo.	5.Wo.	6.Wo.	7.Wo.	8.Wo.	später	n
Anzahl	3	17	37	29	9	2	4	1	14	116

Tab. 13: Zeitpunkt und Zahl der Entlassungen nach Wochen

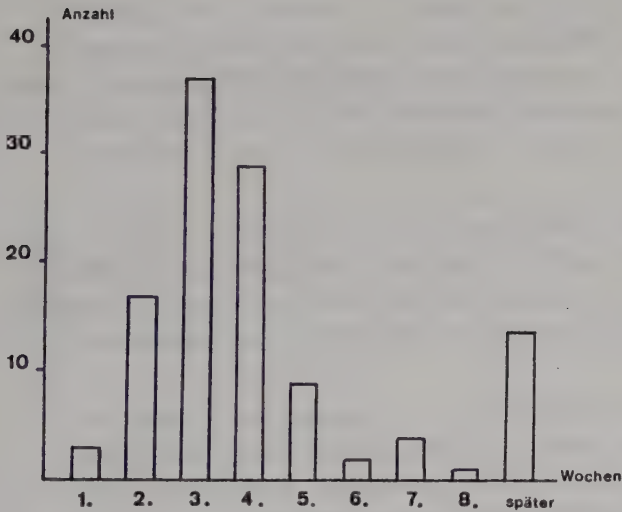


Abb. 8: Zeitpunkt und Zahl der Entlassungen nach Wochen

5.8. Postoperative Komplikationen

Zwei Patienten verstarben nach der Operation. Ein 89jähriger Patient starb an einer Pneumonie, ein 23jähriger

polytraumatisierter Patient starb an den Folgen einer eitrigen Meningitis.

An speziellen Komplikationen traten 4 Implantatbrüche, 3 Weichteilanspießungen, 2 Weichteilinfekte mit anschließender Fistelbildung, 8 Dislokationen der Fragmente, 3 Pseudarthrosen und eine vorübergehende Parese des M. quadrizeps auf. Angaben über Bruchform, vorausgegangene Operationsmethode, Art und Anzahl der jeweils bei einem Patienten aufgetretenen Komplikationen sowie Nachbehandlungsergebnisse zeigt Tabelle 14.

Von 4 Implantatbrüchen traten 3 innerhalb der frühen Belastungsphase auf, ein Bruch entstand durch erneuten Sturz auf die Kniescheibe. 3 Implantatbrüche wurden durch eine zweite Operation versorgt. Ein Bruch wurde nicht versorgt, da der Patient wenig später an einer Pneumonie starb.

Die Weichteilanspießungen wurden wie folgt behandelt: bei einem Patient wurde die Kürzung des betreffenden Spickdrahtes, bei einem anderen die Entfernung des Spickdrahtes und bei dem dritten die vollkommene Metallentfernung vorgenommen.

Bei den Weichteilinfekten mit Fistelbildung wurde nach Abheilung der Fisteln die Metallentfernung vorgenommen. Zu bemerken ist, daß eine Infektion im Anschluß an die Versorgung einer offenen Fraktur folgte.

3 Dislokationen, davon 2 durch Lockerung des Osteosynthesematerials und eine durch Implantatbruch entstanden, wurden 2 mal durch Resektion des dislozierten Fragmentes, das andere durch neues Anlegen einer Zuggurtung versorgt.

2 Pseudarthrosen wurden nach 10 Monaten nachoperiert. Eine Pseudarthrose war zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung un-

versorgt.

Die Parese des M. quadrizeps, wahrscheinlich durch die passagere Druckschädigung nach pneumatischer Blutsperre hervorgerufen, wurde durch Krankengymnastik und Elektrostimulation behandelt.

Komplikationen

Nr.	Fraktur- form	OP- Methode	Komplikation	Behandlung	Bruch- heilung	Stufe Arthrose	
1	QFR	Zug. + K-Dr.	sek. Dislok.	-	verzö. 10 Mo.	ja	ja
2	QFr	Zug. + K-Dr.	Pseud- arthr.	Zug. + K-Dr.	verzö. 24 Mo	nein	ja
3	QFr	Zug. + K-Dr.	Pseud- arthr.	Zug. + K-Dr.	verzö. 4 Mo.	ja	ja
4	QFr	Zug. + K-Dr.	sek. Dislok.	Zug. + K-Dr.	-	ja	ja
5	QFr	Zug. + K-Dr.	N. femo. (Druck), Dehisz., Weichteil- anspießg.	Draht- kürzg.	verzö. 8 Mo.	ja	ja
6	QFr	Zug. + K-Dr.	motor. Parese M. quadr.	Elektr.	-	-	-
7	TFr	part. Pat. + Zug.	Implantat- bruch	-	-	-	-
8	TFr	part. Pat. + Zug.	sek. Dislok., Weichteil- anspießg.	- Entferng. d. Draht.	-	ja	ja
9	TFr	Zug. + K-Dr.	sek. Dislok.	-	-	-	-
10	TFr	Zug. + Cerc.	Weichteil- infekt	-	-	nein	ja
11	TFr offen	Cerc- lage	Weichteil- infekt, Pseud- arthr.	-	-	Pseud- arthr.	ja

Komplikationen Blatt 2

Nr.	Fraktur- form	OP- Methode	Komplikation	Behandlung	Bruch- heilung	Stufe	Arthrose
12	TFr	Zug. + Cerc.	Implantat- bruch und Refraktur, Dislok.	Zug -	- -	ja	ja
13	TFr	Zug. + K-Dr.	sek. Dislok.	-	-	ja	ja
14	TFr offen	Zug. + K-Dr.	sek. Dislok.	Resekt. unterer Pol	-	ja	ja
15	TFr	part. Pat. + Zug.	Weichteil- anspießg.	ME	-	nein	ja
16	TFr	Zug. + K-Dr.	Implantat- bruch und Dislok.	Resekt. unterer Pol	-	- Demin.	ja
17	AFr offen	prim. Teil- pat.	Implantat- bruch	Naht d. Lig. pat.	-	-	nein

Tab. 14: Aufgetretene Komplikationen bei operativ versorgten
Patellafrakturen

5.9. Metallentfernung

Bei 62 der insgesamt 118 operativ versorgten Patienten wurde das Metall entfernt. Die Metallentfernung wurde im Zeitraum von 2,5 bis 40 Monaten vorgenommen, im Durchschnitt nach 12,6 Monaten. Siehe dazu Tabelle 15 und Abbildung 9.

Die stationäre Aufenthaltsdauer lag zwischen 1 und 12 Tagen. Die meisten Patienten wurden zwischen dem 1. und 4. Tag nach der Operation, im Durchschnitt nach 3,4 Tagen entlassen (Tab. 16).

Zwei Komplikationen traten nach der Metallentfernung auf. Dabei handelte es sich einmal um einen Weichteilinfekt und einmal um ein Gelenkempyem.

Jahre	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	n
Anzahl	13	29	10	4	3	1	2	62

Tab. 15: Zeitpunkt der Metallentfernungen

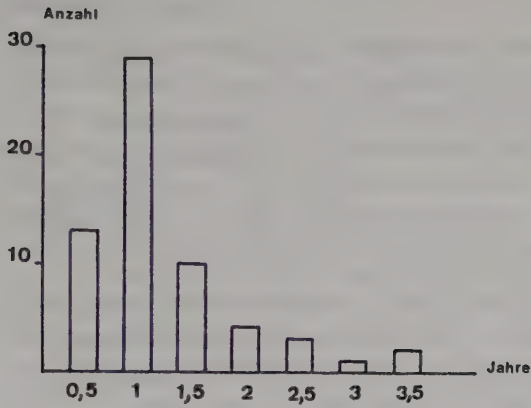


Abb. 9: Anzahl der Metallentfernungen nach Jahren

Tage	1	2	3	4	5	später	n
Anzahl	14	12	11	14	3	8	62

Tab. 16: Anzahl der Entlassungen nach Tagen

6. Nachuntersuchung

63 von 118 operativ behandelten Patienten konnten nachuntersucht werden.

Drei Patienten waren zwischenzeitlich verstorben, fünf wurden nach der Erstversorgung in andere Krankenhäuser verlegt. 10 Patienten waren unbekannt verzogen und 12 erschienen nicht zur Nachuntersuchung trotz wiederholter Aufforderung. 25 Patienten wurden nicht angeschrieben, da ihr Wohnort zu weit entfernt war und die Zeit und Kosten für eine Anreise nicht zumutbar waren.

Der Zeitpunkt zwischen Unfall und Nachuntersuchung lag zwischen 0,5 und 8 Jahren. Die Anzahl der Patienten, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt nach dem Unfall nachuntersucht wurde, ist in Abbildung 10 angegeben.

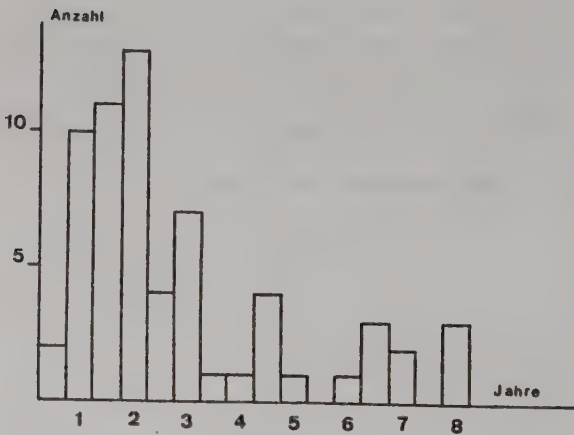


Abb. 10: Zeitpunkt und Zahl der Nachuntersuchungen nach dem Unfall

6.1. Methodik

Die klinische Nachuntersuchung wurde nach folgenden Punkten durchgeführt:

1. Subjektive Angaben des Patienten
(Belastungsschmerz; Ruhe- und Belastungsschmerz; Unsicherheit im Kniegelenk; Wetterfühligkeit; keine Beschwerden)
2. Objektive Befunde
(Befund des Kniegelenkes; klinische Arthrosezeichen; OP-Narbe Druckschmerz; Verschieblichkeit; Beeinträchtigung beim Knien durch die Narbe; Beeinträchtigung beim Knien durch noch liegendes Osteosynthesematerial; Kniebeweglichkeit in Winkelgraden nach der Neutral-O-Methode: Beugung, Streckung; vergleichende Umfangmessung am Oberschenkel)
3. Röntgenuntersuchung in zwei Ebenen axial
(bestehende arthrotische Veränderungen der Kniegelenke zum Unfallzeitpunkt; Art der Frakturheilung; postoperative röntgenologische Arthrosezeichen; Zustand des liegenden Osteosynthesematerials; Zeitpunkt des knöchernen Durchbaus; Patellavergrößerung; posttraumatische Verkalkung)

6.2. Tabellarische Übersicht

Die wichtigsten Nachuntersuchungsergebnisse sind in den folgenden Tabellen 17 a bis 17 f zusammengestellt.

Bruchform	Anzahl	%
Trümmerfrakturen	43	68,3
Querfrakturen	16	25,4
Rißfrakturen	4	6,3
Summe	63	100,0

Tab. 17 a: Nachuntersuchte Bruchformen

Bruchform/Anzahl

Behandlungs- methode	Trümmer- fraktur	Quer- fraktur	Riß- fraktur	n
reine Zuggurtung	-	1	-	1
Zuggurtung				
+ Kirschner-Drähte	21	14	-	35
+ partielle Patellektomie	13	-	-	13
+ Cerclage	5	-	-	5
+ Schraube	-	-	3	3
Teilpatellektomie	3	-	1	4
Cerclage	-	1	-	1
Patellektomie	1	-	-	1
Summe	43	16	4	63

Tab. 17 b: Operationsmethoden der nachuntersuchten Frakturen

Zur Nachuntersuchung kamen 63 Patienten mit Zustand nach operativ behandelter Patellafraktur. Dabei handelte es

sich um 57 Zuggurtungsosteosynthesen, 4 Teilpatell-
ektomien (3 primär, 1 sekundär), 1 Cerclage und 1 Total-
patellektomie. Bei 42 Patienten war das Metall entfernt
worden.

Bruchform/Anzahl

Befund des Kniegelenkes	Trümmer- fraktur	Quer- fraktur	Riß- fraktur	n
Konturen regelrecht	20	10	3	33
Kapselverdickung	23	6	1	30
Summe	43	16	4	63

Tab. 17 c: Befund des Kniegelenkes

	JA	NEIN	n
klinische Arthrosezeichen	25	38	63
Muskelhypotrophie	33	30	63
OP-Narbe druckschmerzhaft	3	60	63
OP-Narbe verschieblich	58	5	63
Beeinträchtigung beim Knien durch die Narbe	10	53	63
Beeinträchtigung beim Knien durch liegendes Metall	3	17	20

Tab. 17 d: Befund des Kniegelenkes

Behandlungsmethode/Anzahl

Zuggurtung Teilpatellektomi Cerclage Patellektomie					n
Beugehemmung					
0°	18	-	-	-	18
bis 20°	19	2	1	-	22
bis 40°	14	2	-	-	16
über 40°	6	-	-	1	7
Summe	57	4	1	1	63
Streckhemmung					
0°	48	3	1	1	53
bis 10°	8	1	-	-	9
über 10°	1	-	-	-	1
Summe	57	4	1	1	63
Hypotrophie					
0 cm	27	2	-	1	30
bis 2 cm	19	2	1	-	22
bis 4 cm	11	-	-	-	11
Summe	57	4	1	1	63

Tab. 17 e: Beugehemmung, Streckhemmung und Muskelhypotrophie in Abhängigkeit von der Behandlungsmethode

Tabelle 17 e zeigt in einer Übersicht die Kniebeweglichkeit in Winkelgraden nach der Neutral-O-Methode in Abhängigkeit von der jeweils angewandten Behandlungsmethode. Zur Errechnung der Beuge- und Streckhemmung wurden die Werte des gesunden Beines herangezogen. Die physiologische Beugefähigkeit liegt bei 130 - 140°, die physiologische Streckfähigkeit bei 180°. Eine bestehende Muskelhypotrophie

wurde durch vergleichende Umfangsmessung ermittelt. Gemessen wurde an beiden Oberschenkeln, 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes.

Die subjektiven Beschwerden und ihre Verteilung auf die Behandlungsmethoden sind aus Tabelle 17 f zu entnehmen. Von 63 nachuntersuchten Patienten waren 17 ohne Beschwerden, 46 hatten Klagen verschiedener Art. Davon gaben 34 Beschwerden nur bei Belastung an, 5 klagten über Unsicherheit im Kniegelenk, 4 gaben Wetterfühligkeit an und 3 hatten Beschwerden bei Ruhe und Belastung.

Behandlungsmethode/Anzahl

Beschwerden	Zug- gurtung	Teil- patell- ektomie	Cer- lage	Patell- ektomie	n
Treppensteigen oder Knieen	32	1	1	-	34
Unsicherheit im Kniegelenk	4	1	-	-	5
Wetterfühlig- keit	3	1	-	-	4
Ruhe und Belastung	2	-	-	1	3
keine Beschwerden	16	1	-	-	17
Summe	57	4	1	1	63

Tab. 17 f: Beschwerden und ihre Verteilung auf die Behandlungsmethoden

6.3. Funktionelle Beurteilung

Die objektiven Befunde und die subjektiven Angaben des Patienten ließen sich zu einem funktionellen Gesamtergebnis zusammenfassen. Die Beurteilung des Ergebnisses erfolgte nach den modifizierten Schemata von VILLIGER sowie von SENST und NOWAK.

sehr gut: keine Beschwerden

Beugehemmung = 0°

Streckhemmung = 0°

keine klinischen Arthrosezeichen

keine Muskelhypotrophie

keine Entzündungszeichen

keine Narbenbeschwerden

gut: leichte Beschwerden

Beugehemmung bis max. 20°

Streckhemmung = 0°

Muskelhypotrophie bis max. 2 cm

keine klinischen Arthrosezeichen

keine Entzündungszeichen

keine Narbenbeschwerden

genügend: stärkere Beschwerden bei Belastung

Beugehemmung bis max. 40°

(bzw. Beugungsmöglichkeit größer, gleich 90°)

Streckhemmung bis max. 10°

Muskelhypotrophie bis max. 4 cm

geringe klinische Arthrosezeichen

schlecht: Ruhe- und Belastungsschmerz
 Beugehemmung über 40°
 (Beugungsmöglichkeit kleiner 90°)
 Streckhemmung über 10°
 Muskelhypotrophie über 4 cm
 klinische Arthrosezeichen

Eine Gesamtübersicht zeigt die nachfolgende Tabelle.

Bewertung	Zahl	Prozent
sehr gut	8	12,7
gut	22	34,9
genügend	24	38,1
schlecht	9	14,3
Summe	63	100,0

Tab. 18: Funktionelle Nachuntersuchungsergebnisse

Tabelle 19 zeigt die Ergebnisse in Beziehung zur angewandten Behandlungsmethode.

Die Anzahl der röntgenologischen Arthrosezeichen (post-traumatisch aufgetretene in Klammern) beim jeweiligen funktionellen Ergebnis wird in Tabelle 20 dargestellt. Abbildung 11 bringt Bruchform, Behandlungsmethode und Ergebnis im Zusammenhang.

Behandlungsmethode/Anzahl

Ergebnis	Zug- gurtung	Teilpatell- ektomie	Cerc- lage	Patell- ektomie	n
sehr gut	8	-	-	-	8
gut	19	2	1	-	22
genügend	22	2	-	-	24
schlecht	8	-	-	1	9
Summe	57	4	1	1	63

Tab. 19: Funktionelle Ergebnisse in Beziehung zur Behandlungsmethode

Arthrosezeichen/Anzahl

Ergebnis	JA	NEIN	n
sehr gut	8 (7)	-	8
gut	18 (12)	4	22
genügend	24 (17)	-	24
schlecht	9 (4)	-	9
Summe	59 (40)	4	63

Tab. 20: Gegenüberstellung, funktionelles Ergebnis
- Arthrosezeichen

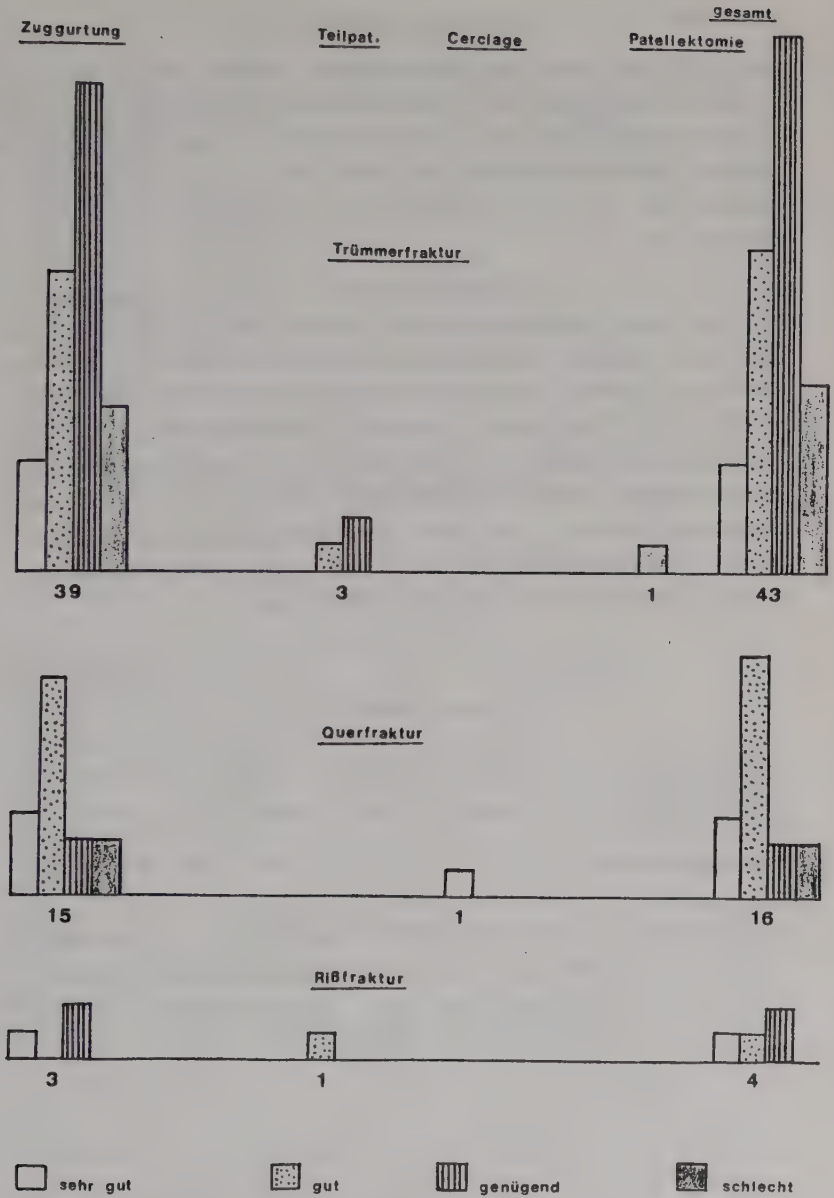


Abb. 11: Zusammenhang zwischen Bruchform, Behandlungsmethode und Ergebnis

6.4. Röntgenologische Ergebnisse

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurden von 63 Patienten Röntgenbilder beider Kniegelenke angefertigt. Anhand dieser Bilder und der früheren Kontroll- und Unfallaufnahmen wurden Frakturheilung und posttraumatische Veränderungen nach den in Kapitel 6.1. erwähnten Kriterien beurteilt.

Von 63 Patienten wiesen 19 bereits zum Unfallzeitpunkt arthrotische Veränderungen im Kniegelenk auf. Diese Patienten hatten ein Durchschnittsalter von 53,2 Jahren. Nach dem Trauma zeigten 40 Patienten im Alter von durchschnittlich 37,5 Jahren erstmals Arthrosezeichen im betroffenen Kniegelenk. Es handelte sich dabei in überwiegender Mehrzahl um Randzackenbildungen. Die Osteophyten traten entweder allein oder in Kombination mit subchondraler Sklerosierung auf (Tab. 21 - 23). Vier Patienten waren auch nach dem Unfall arthrosefrei.

Arthrosezeichen/Anzahl

Frakturtyp	JA	NEIN	n
Trümmerfraktur	30	1	31
Querfraktur	9	3	12
Rißfraktur	1	-	1
Summe	40	4	44

Tab. 21: Frakturtyp und Arthrosezeichen

Arthrosezeichen/Anzahl

Operationsmethode	JA	NEIN	n
Zuggurtung			
+ Kirschner-Drähte	22	4	26
+ partielle Patellektomie	9	-	9
+ Cerclage	4	-	4
+ Schraube	1	-	1
Teilpatellektomie	3	-	3
Cerclage	1	-	1
Summe	40	4	44

Tab. 22: Operationsmethode und Arthrosezeichen

Arthrosezeichen/Anzahl

Frakturheilung	JA	NEIN	n
knöchern ohne Stufe	18	2	20
knöchern mit Stufe	19	2	21
Summe	37	4	41

Tab. 23: Art der Frakturheilung und Arthrosezeichen

Abgesehen von 4 Teil- und 1 Totalpatellektomie, zeigten 34 Kniescheiben nach dem knöchernen Durchbau eine retro-patellare Stufenbildung. 24 mal war die hintere Gelenkfläche stufenlos verheilt (Tab. 24 - 26).

Stufenbildung/Anzahl

Frakturtyp	JA	NEIN	n
Trümmerfraktur	23	16	39
Querfraktur	9	7	16
Rißfraktur	2	1	3
Summe	54	24	58

Tab. 24: Frakturtyp und Art der knöchernen Verheilung

Stufenbildung/Anzahl

Operationsmethode	JA	NEIN	n
reine Zuggurtung	1	-	1
Zuggurtung			
+ parallele Kirschner-Drähte	10	12	22
+ gekreuzte Kirschner-Drähte	9	5	14
+ partielle Patellektomie	10	3	13
+ Cerclage	2	2	4
+ Schraube	2	1	3
Cerclage	-	1	1
Summe	34	24	58

Tabe. 25: Operationsmethode und Art der knöchernen Verheilung

Stufenbildung/Anzahl

Gipsbehandlung	JA	NEIN	n
mit Gips	27	14	41
ohne Gips	7	10	17
Summe	34	24	58

Tab. 26: Postoperative Gipsbehandlung und Art der knöchernen Verheilung

Die Beurteilung des Osteosynthesematerials vor der Metallentfernung und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergab: 12 mal war das Implantat gerissen, 7 mal war der Zuggurtdraht vom Spickdraht abgerutscht. In 43 Fällen erwies sich das Osteosynthesematerial als unverseht und in seiner Lage unverändert (Tab. 27).

Operationsmethode/Anzahl

Implantatzustand	Zuggurtung	Cerclage	Teilpatellektomie	n
gerissen	9	1	2	12
abgerutscht	7	-	-	7
intakt	41	-	2	43
Summe	57	1	4	62

Tab. 27: Implantatzustand und Operationsmethode

In Verbindung mit gerissener und abgerutschter Zuggurtung traten 11 retropatellare Stufenbildungen auf. 6 Patellafrakturen heilten knöchern ohne Stufe, obwohl das

Osteosynthesematerial gerissen (4) oder abgerutscht (2) war. Bei intaktem Implantat heilten 23 mit Stufe und 19 ohne Stufe.

Der knöcherne Durchbau des Frakturspaltes war durchschnittlich nach 3,7 Monaten vollzogen. Zwei Pseudarthrosebildungen, die später ein zweites Mal operiert wurden und danach knöchern durchbauten, wurden in die Durchschnittsermittlungen nicht miteinbezogen.

Bei den Nachuntersuchungen konnte bei 25 Fällen eine Größenänderung der Patella festgestellt werden. 21 mal wurde eine Zunahme des Längsdurchmessers und 5 mal eine Zunahme der Dicke ermittelt. Durchschnittlich kam es zu einer Längenzunahme von 4,9 mm und zu einer Stärkezunahme von 1,8 mm.

Posttraumatische Verkalkungen traten bei 26 Patienten auf (Tab. 28).

Verkalkungsort	Anzahl
Quadrizepssehne	16
Ligamentum patellae und Quadrizepssehne	9
Ligamentum patellae	1
Summe	26

Tab. 28: Ort und Anzahl der Verkalkungen

7. Röntgenologischer Gesamtüberblick

Im folgenden Kapitel werden Röntgenbefunde von 137 Patellafrakturen zusammengefaßt. Die wichtigsten Ergebnisse werden im Text dargestellt, für einen Überblick im Detail sorgen Tabellen.

Es wurden 107 (78,1 %) operativ und 30 (21,9 %) konservativ versorgte Frakturen betrachtet.

Als Operationsmethode wurde 97 mal (90,7 %) die Osteosynthese, 8 mal (7,4 %) die Teilpatellektomie (7 mal primär, 1 mal sekundär) und 2 mal (1,9 %) die Totalpatellektomie gewählt.

Insgesamt wurden drei Pseudarthrosebildungen diagnostiziert. Zwei wurden durch eine erneute Operation versorgt und verheilten. Eine Pseudarthrose war zum Zeitpunkt der Untersuchung noch ausgebildet.

Ausgenommen 8 Teilpatellektomien und 2 Totalpatellektomien, kam es bei 62 Frakturheilungen zur retropatellaren Stufenbildung (6 davon konservativ, 56 operativ versorgt). 64 Frakturen verheilten knöchern ohne Stufe. 4 Teilpatellektomien zeigten an der Restpatella Demineralisationszeichen (Tab. 29 - 31).

Frakturheilung/Anzahl

Frakturtyp	Stufe JA	Stufe NEIN	Pseud- arthrose	n
Trümmerfraktur	33	22	1	56
Sternfraktur	1	3	-	4
Querfraktur	22	23	-	45
Absprengungsfraktur	1	3	-	4
Rißfraktur	3	5	-	8
Längsfraktur	2	5	-	7
Infraktionsfraktur	-	3	-	3
Summe	62	64	1	127

Tab. 29: Frakturtyp und Art der knöchernen Verheilung

Frakturheilung/Anzahl

Operationsmethode	Stufe JA	Stufe NEIN	Pseud- arthrose	n
reine Zuggurtung	1	1	1	2
Zuggurtung				
+ parallele Kirschner-Drähte	23	17	-	40
+ gekreuzte Kirschner-Drähte	12	9	-	21
+ partielle Patellektomie	11	3	-	14
+ Cerclage	4	4	-	8
+ Schraube	3	1	-	4
Cerclage	1	2	1	4
Drahtnaht	-	2	-	2
Schraubenosteosynthese	1	1	-	2
konservative Behandlung	6	24	-	30
Summe	62	64	1	127

Tab. 30: Operationsmethode und Art der knöchernen Verheilung

Frakturheilung/Anzahl

Gipsbehandlung	Stufe JA	Stufe NEIN	Pseud- arthrose	n
mit Gips	40	22	1	63
ohne Gips	16	18	-	34
Summe	56	40	1	97

Tab. 31: Postoperative Gipsbehandlung und Art der knöchernen Verheilung

Der Frakturspalt war durchschnittlich nach 3,7 Monaten knöchern gesichert. Bei konservativ behandelten Frakturen war der Frakturspalt durchschnittlich nach 2,9 Monaten, bei operierten Frakturen nach 3,9 Monaten konsolidiert (Tab. 32).

In 10 Fällen war der Frakturspalt erst nach 8 - 21 Monaten knöchern gesichert. Dabei handelte es sich 7 mal um eine Zuggurtungsosteosynthese, 2 mal um konservativ behandelte Frakturen und 1 mal um eine Cerclage.

Frakturform	Monate
Trümmerfraktur	3,9
Sternfraktur	7,3
Querfraktur	3,7
Absprengungsfraktur	1,9
Rißfraktur	3,6
Längsfraktur	1,9
Infraktionsfraktur	1,3

Behandlungsmethode	Monate
konservativ	2,9
operativ	3,9

Lage der Spickdrähte	Monate
gekreuzt	5,2
parallel	3,6

Tab. 32: Knöcherner Durchbau nach Monaten

Eine posttraumatisch vergrößerte Patella fand sich 34 mal. 10 mal hatte gleichzeitig der Längen- und Stärkedurchmesser zugenommen; 22 mal nur der Längendurchmesser und 2 mal nur der Stärkedurchmesser. Durchschnittliche ergab sich eine Längenzunahme von 4,6 mm und eine Stärkezunahme von 1,8 mm (Tab. 33).

Größenzunahme

Behandlungs- methode	Länge	Stärke	Länge und Stärke	n
operativ	20	2	9	31
konservativ	2	-	1	3
Summe	22	2	10	34

Tab. 33: Behandlungsmethode und Größenzunahme

In 27 Fällen war das Osteosynthesematerial nicht in Ordnung. 13 mal war es gerissen und 14 mal vom Spickdraht abgerutscht.

Zum Unfallzeitpunkt wiesen bereits 42 Patienten arthrotische Veränderungen im Kniegelenk auf. Das Durchschnittsalter dieser Patienten betrug 58,4 Jahre. Posttraumatisch zeigten 63 Patienten im Alter von durchschnittlich 34,1 Jahren erstmals Kniegelenksarthrosen. 32 Kniegelenke waren arthrosefrei (Tab. 34).

Arthrosezeichen/Anzahl

Frakturtyp	JA	NEIN	n
Trümmerfraktur	41	4	45
Sternfraktur	3	-	3
Querfraktur	14	12	26
Absprengungsfraktur	-	6	6
Rißfraktur	4	2	6
Längsfraktur	1	5	6
Infraktionsfraktur	-	3	3
Summe	63	32	95

Tab. 34: Frakturtyp und Arthrosezeichen

Posttraumatische Verkalkungen traten bei 41 Frakturen auf. Alle waren zuvor operativ behandelt worden. 24 mal war die Quadrizepssehne, 5 mal das Lig. patellae und 12 mal waren beide gleichzeitig betroffen.

8. Diskussion

8.1. Diskussion der biomechanischen Wirksamkeit der angewandten Osteosyntheseverfahren

Hauptziel jeder Osteosynthese ist die Wiederherstellung der früheren, vollen Funktion der verletzten Extremität. Voraussetzung hierfür ist die anatomische Reposition der Fragmente, die Erhaltung der Blutzirkulation, die stabile Osteosynthese und die Vermeidung von Immobilisationsschäden (AO).

Übertragen auf die Osteosynthese von Patellafrakturen gilt es, eine stufenlose Adaptation der Fragmente an der Patellagleitfläche, Erhaltung einer ausreichenden Vaskularisierung der Fragmente und die Erzielung einer bewegungs- und belastungsstabilen Osteosynthese zu erlangen. Zur Wertung der hier angewandten Osteosyntheseverfahren scheint es von Vorteil, die nach einer Fraktur an der Osteosynthese auftretenden Kräfte aus biomechanischer Sicht noch einmal kurz zu analysieren.

Grundsätzlich wirken auf die Kniescheibe drei Kraftkomponenten: Zug, Biegung, Druck (FISCHER).

Von seiten des M. quadrizeps besteht bereits eine Grundspannung von ca. 20 kp (RITTER). Heben des gestreckten Beines im Liegen von der Unterlage erfordert eine zusätzliche Zugkraft von nochmals ca. 20 kp (KAUFER, KOPPELMANN).

Nach den mathematisch-zeichnerischen Darstellungen von FÜRMAIER beträgt der Zug an der Patella bei einer Kniebeugung aus dem Stand von 90° das 5,5 bis 7,9fache, bei 135° das 10,4 bis 13,7fache des Körpergewichtes.

Eine Biegebeanspruchung fehlt völlig in Streckstellung.

Erst bei 20° Beugewinkel kommt es zur Abwinkelung der ansetzenden Sehnenzugrichtung. Die Patella liegt den Femurkondylen auf und Biegekräfte werden wirksam. Bis 90° Beugung nimmt der Sehnenzugwinkel zu. Darüber hinaus ändert er sich nicht wesentlich, da die Umleitung der Quadrizepssehne direkt auf den Femurkondylen erfolgt. Die Biegebeanspruchung ist weiter abhängig von der Lokalisation der Patellaauflagefläche auf den Femurgleitflächen (KOPPELMANN).

Der Gesamtauflagedruck der Patellarückfläche ist nach FÜRMAIER bei einer Beugung von 15° im Stehen fast 0 kp, bei 90° das 7,4fache, bei 135° das 12,9fache des Körpergewichtes. Bei Kniebeugung im Liegen unter Anheben des Beines gegen die Schwerkraft beträgt der Auflagedruck 15 - 25 kp (KOPPELMANN).

Die Kniescheibe ist in jeder Gelenkstellung Zugkräften ausgesetzt.

Druck- und Biegebeanspruchung treten jenseits 15° bzw. 20° Beugung hinzu.

Das Auftreten dieser verschiedenen Kräfte stellt an die Osteosynthese der Patellafraktur hohe Anforderungen. Denn eine stabile Osteosynthese sollte bei dauerhaftem Sitz des Implantates die im Frakturspalt auftretenden Scher- und Torsionskräfte neutralisieren und eine perprimam Heilung ermöglichen.

Nachfolgend sollen die im Krankengut dieser Arbeit angewandten Osteosyntheseverfahren im Hinblick auf oben erwähnte biomechanische Anforderungen einer kritischen Wertung unterzogen werden.

Die klassische Zuggurtung nach PAUWELS kompensiert den Längszug im ventralen Anteil der Patella und beseitigt die Fragmentdistraktion.

In Streckstellung des Beines wird nur der vordere Frakturspalt unter Druck gesetzt, während der dorsale Spalt bei leichter Überkorrektur sogar klappt.

Beim Beugen des Kniegelenkes wird durch einen Biegeeffekt auch der gelenknahe Frakturspalt komprimiert (MÜLLER). Dies geschieht jedoch nur im Falle, daß die Patella im Frakturspalt zum Aufliegen kommt. Dies ist ein Idealfall; in jedem anderen Fall kommt es zur Scherwirkung und damit zur Stufenbildung (KOPPELMANN), denn die relative Inkongruenz der femoro-patellaren Gelenkfläche bewirkt, daß sich in den verschiedenen Kniebeugewinkeln nur bestimmte Bezirke der Gelenkfläche berühren (MAGERL). Die einfache Zuggurtung führt nur bei Biegebelastung der Patella zur Kompression im gesamten Frakturspalt. Eine statische Kompression besteht nicht. Dies bedeutet, daß eine wirkliche Ruhigstellung der Frakturstelle, wie es sonst bei anderen Frakturen zur ungestörten und raschen Bruchheilung gefordert wird, nicht zu erreichen ist. Diese Art der Frakturbehandlung wird auch als "funktionelle Osteosynthese" bezeichnet (DANIS).

Bedenkt man, daß ein Biegeeffekt erst jenseits von 20° Beugung einsetzt und die auftretenden Kräfte rasch zunehmen, so muß man feststellen, daß der typische Zuggurtungseffekt bei geringem Beugungsausmaß postoperativ nicht oder nur zeitweise zum Tragen kommt, bei größerem Beugungsausmaß jedoch die Gefahr einer sekundären Fragmentdislokation besteht (RITTER, LABITZKE).

Der Zuggurtungsdraht wird subperiostal oder im Sehnenan-

satzgebiet verankert. Für eine länger dauernde Druckbeanspruchung sind Periost- und Sehngewebe, wie alle Weichteile, nicht geeignet. Mit einem Nachlassen der Kompressionswirkung und sekundärer Dislokation muß daher gerechnet werden.

Die Führung des Zuggurtungsdrahtes kann in zwei Formen geschehen: in O-Form und in 8-Tour. Die O-förmige Verankerung ist aufgrund technischer Erwägung nicht seitenstabil. Seitenkräfte entstehen durch seitliches Abweichen der Patella nach außen bei der Beugung. Die 8-Tour bleibt auch beim Auftreten von Querkräften stabil (LABITZKE und REHN).

Im nachuntersuchten Krankengut wurden nur zwei Patellafrakturen in klassischer Weise versorgt.

Eine Querfraktur war ohne zusätzliche Gipsbehandlung nach zwei Monaten knöchern mit Stufe verheilt. Das Implantat, in den Weichteilen verankert, konnte vermutlich keine dauerhafte Stabilität gewährleisten.

Eine obere Polfraktur war mit zusätzlicher dreiwöchiger Gipsbehandlung nach vier Monaten knöchern ohne Stufe verheilt. Zum Zeitpunkt des knöchernen Durchbaus wies die Patella eine Längenzunahme von 3 mm auf. Dies wird auf die Dehnung der noch nicht verknöcherten fibrösen Vereinigung durch die Zugwirkung des Streckapparates zurückgeführt (MADLENER und PAAS zit. nach SENST und NOWAK, KOPPELMANN).

Die Zuggurtung in Kombination mit Kirschner-Drähten bringt eine Verbesserung der Stabilität. Die von MÜLLER und WEBER angegebene Methode ermöglicht zum einen die Umwandlung eines Mehrfragmentenbruches in einen Zweifragmentbruch

(TSCHERNE und SZYSZKOWITZ), zum anderen werden durch die eingebohrten Kirschner-Drähte die unter der Zuggurtungswirkung auftretenden Scherkräfte sicher neutralisiert. Allerdings ist eine Kompressionswirkung im dorsalen Frakturspalt auch bei dieser Methode in Kniestreck- und Kneibeugstellung nicht immer zu erwarten (KOPPELMANN, RÜTER und BURRI). Die Kirschner-Drähte werden in paralleler Richtung eingebohrt. Nach RÜTER und BURRI sollten sie weit dorsal gelegen sein, da hier die harte subchondrale Schicht für eine gute Verankerung sorgt.

Gekreuzte Spickdrähte stabilisieren zwar in verschiedene Richtungen, lassen jedoch ein Unter-Druck-Setzen der Fragmente mit dem Zuggurtungsdraht nicht zu (LABITZKE und REHN, KOPPELMANN).

Der Zuggurtungsdraht wird um die vorstehenden Enden der Kirschner-Drähte herumgeführt und unter maximaler Anspannung verdreht.

Die vorliegenden Röntgenbefunde zeigen 61 Zuggurtungen, kombiniert mit Kirschner-Drähten. 33 Trümmerfrakturen, 27 Querfrakturen und eine Sternfraktur wurden nach oben beschriebener Weise versorgt.

40 mal wurden die Spickdrähte parallel, 21 mal gekreuzt angeordnet.

38 Frakturen wurden mit, 23 Frakturen ohne zusätzliche Gipsbehandlung versorgt.

Der knöcherne Durchbau dauerte durchschnittlich 4,2 Monate.

25 Frakturen heilten retropatellar ohne Stufenbildung, 34 mit Stufenbildung, 2 pseudarthrotisch.

Der Zuggurtungsdraht war in 14 Fällen entweder vom Spickdraht abgerutscht (11 mal) oder gerissen (3 mal). Nach

Abschluß des knöchernen Durchbaus zeigten 18 Kniescheiben eine durchschnittliche Längenzunahme von 3,9 mm.

9 mal hatte sich der Stärkedurchmesser um durchschnittlich 1,3 mm vergrößert.

Mit Anwendung von parallelen Spickdrähten dauerte der knöcherne Durchbau 3,6 Monate, mit gekreuzten Spickdrähten 5,2 Monate.

Gekreuzte Spickdrähte lassen einen Zuggurtungseffekt nicht zu, eine unzureichende Kompression der Frakturenden ist die Folge. Dies zeigt sich in einer Verlängerung des knöchernen Durchbaus.

Die zwei Pseudarthrosen zeigten sowohl parallele als auch gekreuzte Anordnung der Spickdrähte.

Postoperativ mit zusätzlicher Gipsbehandlung versorgte Frakturen hatten keine besseren Erfolge aufzuweisen was Stabilität und Dauer des knöchernen Durchbaus betraf als solche, die ohne Gips behandelt wurden. Es wurden trotz Gipsbehandlung 63,2 % Stufenbildungen und eine Pseudarthrosenbildung registriert. Der knöcherne Durchbau war im Durchschnitt nach 4,3 Monaten abgeschlossen.

Frakturen, die ohne zusätzlichen Gips versorgt wurden, zeigten demgegenüber nur 43,5 % Stufenbildungen und eine Pseudarthrose. Der knöcherne Durchbau war durchschnittlich nach 3,9 Monaten beendet.

Die Führung des Zuggurtungsdrahtes um die hervorstehenden Enden der Spickdrähte erschwert ein Abrutschen und bietet damit eine sichere Verankerung. Der zirkuläre Draht zieht jedoch quer über die Ansätze der Quadrizeps- und Patella-sehne. Ein Einschneiden in die Weichteile und die damit verbundene Lockerung der Kompression ist unvermeidbar (TÖNNIS).

Um diesen Nachteil zu vermeiden, empfiehlt TÖNNIS eine abgewandelte Technik der Zuggurtung mit Kirschner-Drähten; nach Einbohren zweier parallel verlaufender Spickdrähte werden um die Drahtenden zwei getrennte, längsverlaufende Drahtschlingen gelegt.

Da beide Drahtschlingen ausschließlich längs verlaufen und unmittelbar dem Knochen aufliegen, wird ein zunehmendes Einschneiden in die Sehnenansätze vermieden. Beim Festziehen der Drähte wird Druck auf den Frakturspalt ausgeübt. Eine größere Übungsstabilität ist damit erreicht. Nach TÖNNIS empfiehlt sich die Anwendung des geschilderten Verfahrens in erster Linie bei Querfrakturen.

LABITZKE arbeitet bei der "lateralen Zuggurtung" ebenfalls mit zwei getrennten Cerclagen: nach Einbohren der Kirschner-Drähte werden die Zuggurtungsschlingen lateral um die Seitenfläche der Patella gelegt.

Vorteil dieser Metellanordnung ist die weniger "exzentrische Lage" der druckerzeugenden Cerclagen. Die ventrale "exzentrische Lage" der kombinierten Zuggurtung mit klaffendem dorsalem Bruchspalt läßt große Querkräfte entstehen, die das Risiko der Stufenbildung in sich bergen.

LABITZKE fand aufgrund theoretischer Überlegungen und interfragmentärer Druckmessungen an einer Olecranon-Modellfraktur, daß bei der lateralen Zuggurtung die auftretenden Querkräfte zugunsten einer größeren interfragmentären Druckkraft geringer werden. Entscheidend hierbei ist, daß der resultierende Kraftvektor durch den mechanischen Kern der Kniescheibe geht. Die Forderung nach Kompression im gesamten Frakturspalt und größerer Ruhigstellung wird eher erreicht, das Risiko der retropatel-

laren Stufenbildung wird verkleinert.

Von gleicher Forderung nach ausreichender Kompression im gesamten Frakturspalt ausgehend, wird nach üblicher Lage der kombinierten Zuggurtung dorsal eine zweite Drahtschlinge um die Kniescheibe geführt. Nun ist eine Kompression des dorsalen Frakturspaltes auch bei gestrecktem Knie gewährleistet (RÜTER und BURRI).

Durch die beschriebene Methode wird ein kräftiges Spannen der vorderen Drahtschlinge möglich, die hintere Cerclage verhindert ein dorsales Klaffen, Scherkräfte werden durch die Spickdrähte neutralisiert. Nach RITTER ermöglicht dieses Operationsverfahren die bestmögliche Ruhigstellung der Fraktur bei sowohl statischer als auch dynamischer Kompression der Fragmente.

Da in dieser Arbeit acht Frakturen mit kombinierter Zuggurtung plus hinterer Cerclage versorgt wurden, sind die Behandlungsergebnisse besonders kritisch betrachtet worden.

Es handelte sich um acht Trümmerfrakturen. Die Spickdrähte waren 6 mal parallel und 2 mal gekreuzt angeordnet. 5 Frakturen wurden mit, 3 ohne zusätzliche Gipsbehandlung versorgt. Der knöcherne Durchbau dauerte durchschnittlich 2,1 Monate und lag damit unter dem Gesamtdurchschnitt aller operativ versorgter Frakturen (3,9 Monate). 4 Frakturen heilten retropatellar ohne Stufenbildung, 4 mit Stufenbildung. Das Implantat war bei allen acht Frakturen weder abgerutscht noch gerissen. Die Kniescheibengröße war bei allen unverändert. Dauer des knöchernen Durchbaus, Implantatzustand und Kniescheibengröße stützen obige Behauptung und lassen eine bessere Kompression und Ruhigstellung der Fragmente vermuten.

Ein weiteres Operationsverfahren, das ein dorsales Klaffen

des gelenknahen Bruchspaltes verhindert und eine übungsstabile Osteosynthese darstellt, beschrieben WENZEL und KRUEGER.

Eine transossäre Drahtnaht wird durch die Fragmente geführt und verhindert ein dorsales Klaffen des Frakturspaltes. Im Anschluß daran wird in typischer Weise die ventrale Zuggurtung mit zwei parallelen Kirschner-Drähten angelegt. Dieses Verfahren kann auch Trümmerbrüche funktionsstabil versorgen (WENZEL und KRUEGER).

Die partielle Patellectomie in Kombination mit einer Zuggurtung ist dort angezeigt, wo kleine Fragmente nicht mehr zu adaptieren sind. Es handelt sich um randständige Bruchstücke, die meist am oberen oder unteren Pol der Kniescheibe liegen (BÖHLER, J.). Nach Exstirpation der kleineren Fragmente werden die größeren Bruchstücke mittels einer Zuggurtung fixiert. Bei Zertrümmerung des unteren Patellapols werden kleinere Fragmente entfernt und der Bandapparat (Ligamentum patellae) mittels Drahtschlinge entlastet. Dabei wird die Schlinge um die Kniescheibe gelegt und mit Hilfe einer Schraube an der Tuberositas tibiae befestigt (RITTER).

Diese Methode entlastet die Naht des Ligamentum patellae und die Osteosynthesestelle.

Nach Resektion des unteren Poles wird die Reinsertion des Ligamentum patellae mittels einer Drahtzuggurtung nach MAC LAUGHLIN entlastet (RÜTER und BURRI). Wie bei der Teilpatellectomie stellt sich die Frage nach der Größe der Restpatella, da eine zu kleine verbleibende Auflagefläche an den Femurkondylen zu einer Druckmehrbelastung im Patellagleitlager führt (WERMANN und GAY).

Nach BÖHLER, J. soll ein großes Hauptfragment erhalten bleiben. SENST und NOWAK sahen gute Erfolge, wo höchstens $\frac{1}{4}$ der Gesamtfläche entfernt wurde. Dabei muß wie bei der Totalexstirpation auf eine strikte Beseitigung aller Periostreste und Knochenstückchen geachtet werden, da sich aus diesen Regenerate bilden können, die die Kniegelenkfunktion beeinträchtigen (BÖHLER, J.).

Bei der Nachuntersuchung fanden wir 14 Frakturen, die mit partieller Patellektomie und Zuggurtung versorgt wurden.

Es handelte sich um 14 Trümmerfrakturen.

10 mal mußten randständige Fragmente exstirpiert werden. Die übrigen Frakturteile wurden in typischer Weise mit einer kombinierten Zuggurtung versorgt.

4 mal war der untere Patellapol zertrümmert. Die Versorgung erfolgte nach Resektion mittels einer Drahtschlinge und einer Spongiosaschraube durch die Tuberositas tibiae.

12 Frakturen wurden mit, 2 Frakturen ohne Gipsverband behandelt.

Der knöcherne Durchbau dauerte durchschnittlich 4,1 Monate.

11 mal kam es zur retropatellaren Stufenbildung, 3 mal heilte die Fraktur ohne Stufe.

Das Implantat wies in 5 Fällen Schäden auf. 2 mal war die Zuggurtung von einzelnen Spickdrähten abgerutscht, 3 mal war die Drahtschlinge nach Fixation an der Tuberositas tibiae gerissen.

Die Kniescheibengröße hatte sich in 3 Fällen geändert. Eine durchschnittliche Längenzunahme von 3,7 mm war zu registrieren. In einem Fall trat neben der Längenzunahme auch eine Stärkezunahme von 3 mm auf.

Die kombinierte Zuggurtung mit Schraube findet häufig dort Anwendung, wo bei einem Mehrfragmentenbruch die Längs- oder steile Schrägkomponente überwiegt (RÜTER und BURRI).

Größere untere Polfragmente können ebenfalls in dieser Weise versorgt werden. Dabei wird mit einer Zugschraube das Fragment adaptiert und mittels einer Zuggurtungsschlinge die Osteosynthesestelle entlastet (RITTER). Das Anlegen einer Zuggurtungsschlinge allein würde eine Kippung der Fragmente zur Folge haben (SCHWEIKERT). In vorliegender Arbeit wurden vier Frakturen nach oben beschriebener Operationsmethode versorgt.

3 mal wurde ein unterer Polabbruch und 1 mal eine Längsfraktur behandelt. 2 mal wurde mit, 2 mal ohne zusätzlichen Gips behandelt.

Nach 3,3 Monaten war der Frakturspalt knöchern verheilt. Eine Fraktur (untere Polfraktur) heilte ohne Stufe, 3 Frakturen mit Stufe.

3 mal war die Zuggurtungsschlinge gerissen. 2 mal kam es zur Längenzunahme der Kniescheibe (2 und 3 mm).

Vergleicht man die Ergebnisse der Repositionsversuche nach Polzertrümmerung mit den übrigen Ergebnissen, so ist der hohe Anteil an retropatellaren Stufenbildungen auffallend. Das häufige Reißen der entlastenden Zuggurtungsschlinge zeigt, welch hoher Belastung die Osteosynthesestelle ausgesetzt ist. Ein weiterer Grund für retropatellare Inkongruenz ist die Tatsache, daß Teile der exakt reponierten Fragmente nekrotisch werden und später deformiert einheilen (TERBRÜGGEN, MÜLLER, J.).

Bei der peripatellaren Cerclage nach BERGER, KOCHER wird ein Draht dicht am Knochen so um die Kniescheibe geführt, daß er in einer senkrechten Ebene zum Frakturspalt liegt. In Ruhe- und in Kniestreckstellung ist ein Kippen der Bruchstücke nicht möglich.

Diese Operationsmethode ist zwar technisch einfach, bringt aber erhebliche Nachteile mit sich. Scherkräfte im Bereich der Frakturlinie sind nicht zu neutralisieren. Die Verankerung in den Weichteilen ist nicht rutschfest. Die Drahtschlinge kann wandern und bedingt zunehmende Instabilität. Unter Muskelzug wird ein vertrales Klaffen des Bruchspaltes beobachtet (TÖNNIS).

Eine übungsstabile Nachbehandlung ist nicht möglich, die Lage der Drahtschlinge verursacht bereits bei 12,5 kg Zug Instabilität (Vergleich einfache Zuggurtung: 62,5 kg, doppelte Zuggurtung: 88,5 kg (BRUNNER zit. nach WEBER)). Ein postoperativer Gipsverband für die Dauer von 4 bis 5 Wochen ist unumgänglich.

Im nachuntersuchten Krankengut wurden 4 Frakturen mit einer Cerclage versorgt: 2 Querfrakturen, 1 Sternfraktur und 1 Trümmerfraktur.

Eine Querfraktur, in typischer Weise nur mit einer einfachen Cerclage versorgt, war nach 3 Monaten stufig verheilt.

2 Frakturen, 1 Stern- und 1 Querfraktur, verheilten ohne retropatellare Stufenbildung; die Querfraktur nach 3 Monaten, die Sternfraktur nach 17,5 Monaten. Die Trümmerfraktur verheilte pseudarthrotisch.

In den genannten drei Fällen war die Drahtumschlingung mit gekreuzten Spickdrähten kombiniert worden. Die Lage der Cerclage ließ im Röntgenbild die Deutung einer Zuggur-

tung nicht zu.

1 mal war das Implantat gerissen, 1 mal vom Spickdraht abgerutscht.

Die Sternfraktur hatte 3 mm Längen- und 2 mm Stärkezuwachs.

Alle Frakturen waren post operationem mit einem Gipsverband versehen worden.

Trotz zweier Heilungserfolge ohne retropatellare Inkongruenz sind eine Heilungsdauer von 17,5 Monaten, eine Stufenbildung und eine Pseudarthrose als Ausdruck unzureichender Stabilität zu werten.

Die Darhtnaht wurde von PAYR als Längs-U-Naht und von QUENUS als Quere-U-Naht angegeben.

Bei dieser Methode wird die Drahtumschlingung durch Bohrkanäle entweder in Längs- oder Querrichtung geführt. Unter Spannung wird die Drahtschlinge geschlossen. Eine sichere Fixation der Fragmente wird bei Querfrakturen angegeben (BAUMGARTL, F.).

Bei dieser Operationsmethode liegt die Drahtschlinge den Sehnenfasern (Weichteile) nicht auf. Der Nachteil des Einschneidens in die damit verbundene Lockerung ist nicht gegeben (TÖNNIS).

In unserem Krankengut fanden sich 2 Frakturen, 1 Querfraktur und 1 unterer Polabbruch, die mit einer Drahtnaht nach PAYR versorgt waren.

1 mal mit und 1 mal ohne Gipsverband kam es durchschnittlich nach 3 Monaten zum knöchernen Durchbau ohne retropatellare Stufenbildung.

Ein Längenzuwachs von 2 mm war in einem Fall nachzuweisen.

Die quere Verschraubung ist bei Patellalängsfrakturen eine geeignete Osteosyntheseform (SCHWEIKERT, RÜTER und BURRI). Durch zwei Zugschrauben werden die Zugkräfte der Retinacula neutralisiert und ausreichende Stabilität geschaffen.

Zwei Patienten wurden nach einer Längsfraktur mit einer reinen Schraubenosteosynthese versorgt.

Nach durchschnittlich 1,7 Monaten war eine Fraktur mit und eine ohne retropatellare Inkongruenz knöchern verheilt. Ein zusätzlicher Gipsverband wurde bei beiden nicht angelegt.

Einige der genannten Operationsverfahren benötigen eine nicht unerhebliche Menge an Osteosynthesematerial. Trotz erreichter Stabilität ist das Einbringen und die jeweilige Lage des Implantates von großer Bedeutung für die Entstehung von trophischen Störungen, die die Frakturheilung beeinträchtigen können (KOPPELMANN zit. nach FORGON).

Die röntgenologischen Nachuntersuchungen haben gezeigt, daß trotz exakter Operation eine stabile Osteosynthese oft nicht zu erreichen ist. Von der Art der funktionellen Beanspruchung der Patella bietet die Zuggurtung gegenüber allen anderen Osteosyntheseverfahren die meisten Vorteile.

Die Suche nach größtmöglicher Wirksamkeit des Zuggurtungsprinzips ließ die verschiedensten Modifikationen entstehen. Das Problem der Neutralisierung der verschiedenen einwir-

kenden Kräfte wurde immer besser gelöst, ein optimaler Erfolg ist bei kritischer Wertung jedoch noch lange nicht garantiert.

8.2. Diskussion der Ergebnisse

Nach WELLER und KÖHNLEIN sind 2,5 % aller Knochenbrüche Patellafrakturen. BAUMGARTL zitiert mehrere Autoren (v. BRUHNS, JÄRVINEN, LANZ-WACHSMUTH, BÖHLER-SCHÖNBAUER), nach deren Angaben die Häufigkeit zwischen 0,5 % und 1,4 % schwankt.

Männer erlitten häufiger Kniescheibenbrüche als Frauen. Der Anteil der Männer betrug 62,5 %, der der Frauen 34,8 %. Mit 60 % Männer und 40 % Frauen kommt STRUCK auf ein ähnliches Ergebnis. BAUMGARTL errechnete den Durchschnitt aus den Angaben mehrerer Autoren und kam auf ein Verhältnis von 83 % Männer zu 17 % Frauen. Nach Untersuchungen von STRUCK, sowie von SENST und NOWAK sind Patellafrakturen im Kindesalter selten. Ein Grund dafür ist die vorwiegend knorpelig-elastische Beschaffenheit der Kniescheibe in diesem Alter (BELMAN). DIEBOLD fand von allen Patienten 1,3 % unter 15 Jahren, SCHÖNBAUER von allen Patienten 0,9 % unter 16 Jahren. Im eigenen Krankengut waren 1,9 % der Patienten jünger als 16 Jahre. Nach BAUMGARTL kommen die meisten Kniescheibenbrüche im 3. - 6. Lebensjahrzehnt vor. SCHÖNBAUER fand in seinen Fällen ein Durchschnittsalter von 42,4 Jahren. Das eigene Krankengut lag bei einem Durchschnitt von 41,2 Jahren. Jugendliche waren seltener betroffen als Erwachsene. Beide Geschlechter zeigten zwei Häufigkeitsgipfel, den ersten und größten mit Überwiegen der Männer im 3., den zweiten mit Überwiegen der Frauen im 6. Lebensjahrzehnt. SENST

und NOWAK sowie FREULER, BRUNNER und RÜTER fanden gleiche Altersverteilungen. Das durchschnittliche Behandlungsalter der männlichen Patienten lag bei 37,2, das der weiblichen bei 49 Jahren. NUMMI und auch WEHRMANN und GAY fanden bei einem Unterschied von ± 1 Jahr annähernd die gleichen Durchschnittsalter bei Männern und Frauen.

NUMMI bezeichnet die Patellafraktur als "calamity suffered by people of working age and in middle age". Männer in jüngeren und mittleren Lebensjahren sind häufiger als ältere Jahrgänge von Kraftfahrzeug- und Berufsunfällen betroffen. Frauen, weniger stark im Straßenverkehr und im Berufsleben vertreten, erleiden ihre Unfälle bei der Hausarbeit. Dabei stehen mittlere und ältere Jahrgänge im Vordergrund.

Zunehmende Verkehrsdichte läßt in steigendem Maße die Patellafraktur als Folge von Verkehrsunfällen auftreten. Man findet sie beim gestürzten Motorradfahrer, beim angefahrenen Fußgänger und in besonders hoher Anzahl als Armaturenbrettverletzung bei Fahrer und Beifahrer von Pkws. Folgende Untersuchungen demonstrieren diese Entwicklung: ENZLER 1911/34 29 % Verkehrsunfälle als Ursache eines Kniescheibenbruchs; STRUCK 1951/63 32,4 %; SENST und NOWAK 1954/65 38,2 %; WEHRMANN und GAY 1960/71 43,9 %; SANDERSON 1959/69 51 %; eigene Untersuchungen 1969/76 54,2 %. Waren früher Stolpern und Hinstürzen bei häuslicher Arbeit, beim Spazierengehen oder im Beruf die häufigsten Ursachen für einen Kniescheibenbruch, so liegen sie heute mit 37,4 % deutlich hinter dem Verkehrsunfall (SCHÖNBAUER 1925/52 46,8 %; STRUCK 1951/63 48,6 %). Spiel- und sonstige Unfälle stehen mit 8,4 % an letzter Stelle (SELLIGO 5 %).

Mit Zunahme der Verkehrsunfälle hat sich auch die Form

der Patellafraktur zunehmend verändert. Während beim Hin-
stürzen die indirekte Komponente überwiegt und meist eine
Querfraktur resultiert, überwiegt beim Aufprall gegen das
Armaturenbrett die direkte Komponente. Mehrfragment- und
Trümmerbrüche mit häufig ausgedehnten Läsionen der Gelenk-
flächen und Knorpelabsprengungen sind das Resultat. Be-
trachtet man länger zurückliegende Untersuchungsergebnisse,
so ist die Querfraktur eindeutig stärker vertreten als die
Trümmerfraktur (SCHÖNBAUER 1959 75,3 % : 5,8 %; BAUMGARTL
1964 51,5 : 21,5 %; WELLER und SAMIMI 1967 51 % : 28 %).

Untersuchungen in jüngster Zeit bestätigen den Wandel im
Unfallmechanismus. Ein ständiger Zuwachs bei den Trümmer-
frakturen ist zu verzeichnen. Das Verhältnis Querfraktur
zu Trümmerfraktur verschiebt sich klar zur Seite der Trüm-
merfraktur (VILLIGER 1965 37,8 % : 30,5 %; URBIG 1965
56,7 % : 41,1 %; NUMMI 1971 35 % : 38 %; FREULER, BRUNNER
und RÜTER 1975 23,3 % : 47,9 %; eigene Untersuchungen
1976 32,7 % : 45,3 %).

Längsfrakturen treten selten auf. Nach Erfahrungen von
TEUBNER und SCHREIER sind sie jedoch keine Rarität, und
man muß in etwa 12 % aller Kniescheibenbrüche mit ihrem
Vorkommen rechnen. TEUBNER und SCHREIER zitieren Autoren,
die dies bestätigen (SCHÖNBAUER 12,5 %; BAUMGARTL 7,2 %).
Eigene Beobachtungen und viele andere Autoren konnten
den hohen Anteil der Längsfrakturen nicht bestätigen
(eigenes Krankengut 4,4 %; WELLER und SAMIMI 2,3 %; SENST
und NOWAK 4,5 %; VILLIGER 3,7 %).

Der Anteil der offenen Patellafrakturen beträgt nach
WELLER und SAMIMI im Schrifttum 5,2 %. Nach NUMMI werden
in der Literatur 5 - 10 % offene Frakturen angegeben.
NUMMI selbst berichtet über 21 % offene Frakturen und
sieht einen engen Zusammenhang mit der hohen Zahl der Ver-

kehrsunfälle. Mit Zunahme der großen Gewalteinwirkung steigt nicht nur die Zahl der Trümmerfrakturen, sondern auch die Zahl der offenen Kniescheibenbrüche. SCHÖNBAUER berichtet bei 21,3 % Verkehrsunfällen von 10,5 % offenen Frakturen, SENST und NOWAK bei 38,2 % von 15,5 %, VILLIGER bei 60 % von 21 %. Im eigenen Krankengut fand sich bei hoher Beteiligung von Verkehrsunfällen als Unfallursache eine relativ niedrige Zahl offener Frakturen (54,2 % Verkehrsunfälle, 11,9 % offene Frakturen).

Nach Erfahrungen von WELLER und SAMIMI treten Mitverletzungen anderer Knochenabschnitte in 25 % aller Patellafrakturen auf. Nach eigenen Untersuchungen wurden 43,4 % der Kniescheibenbrüche mit anderen zusätzlichen knöchernen Mitverletzungen eingeliefert. Über 1/3 davon waren polytraumatisierte Patienten. Die Unfallursache war in den meisten Fällen der Verkehrsunfall. Die hohe Zahl der Patienten mit anderen Knochenverletzungen zeigt, daß in unserer Klinik viele schwer und schwerst traumatisierte Patienten eingewiesen wurden. Die Selektion nach der Schwere des Gesamtverletzungsbildes, wo die Patellafraktur vergleichsweise nur eine Nebenverletzung darstellte und nicht im Vordergrund der Behandlung stand, war nicht ohne Einfluß auf Behandlungsdauer und Behandlungserfolg. Auf die gleiche Problematik weisen auch andere Autoren wie SCHÖNBAUER, WELLER und SAMIMI, WERMANN und GAY hin. Der Knieanprall mit seiner Fernwirkung bis zum Hüftgelenk ließ bei nahezu 1/4 (24,5 %) der Patellafrakturen die gleiche Extremität zusätzlich frakturieren. Lokale Begleitverletzungen, wie sie den Knieweichteilmantel, den Bandapparat, den Gelenkknorpel, Tibiakopf und Femurkondylen betreffen, traten in 84,9 % der Fälle auf. SCHÖNBAUER sowie O'DONOGHUE sehen Verletzungen am gleichen Bein als prognostisch ungünstig für den Heilungserfolg und die

spätere Kniegelenkfunktion.

Für die Wahl der Behandlungsart ist das Ausmaß der Zerstörung im Bereich der patellaren Gelenkfläche von Bedeutung. Gemäß dem in den letzten Jahren sich ändernden Verletzungsbild mit häufig dislozierten Frakturen und zerstörtem Bandapparat, hat sich auch ein deutlicher Therapiewandel vollzogen. Das Verhältnis konservativer Therapie zu operativer Therapie verschob sich deutlich zur operativen Seite (SCHÖNBAUER 1959 68 % : 32 %; KARNBAUM 1965 43,7 % : 56,3 %; WELLER und SAMIMI 1967 26,7 % : 73,3 %; LABITZKE und REHN 1973 17,5 % : 82,5 %; STREPEL (Mainz) 1971 47 % : 53 %; eigenes Krankengut 1976 23,4 % : 76,6 %).

Gute funktionelle Nachuntersuchungsergebnisse vieler Autoren (VILLIGER, URBIG, SENST und NOWAK, BEDACHT und RUEFF, STRUCK) geben der konservativen Behandlung bei bestimmter Indikationsstellung nach wie vor ihre Berechtigung. Unser röntgenologisches Nachuntersuchungsergebnis mit nur 20 % retropatellarer Stufenbildung (SENST und NOWAK 25 %, LABITZKE und REHN 10 %) und 20 % nach der Behandlung aufgetretener Arthrosen (SENST und NOWAK 45 %, URBIG 58,6 %, STRUCK 18 %) läßt ebenfalls ein gutes funktionelles Behandlungsergebnis vermuten. Man darf jedoch nicht vergessen, daß die konservative Methode indikationsgemäß nur bei Frakturen mit geringer Zerstörung Anwendung findet. Eine später die Funktion beeinträchtigende Vorschädigung liegt deshalb in den meisten Fällen nicht vor.

Die operative Behandlung wurde in unserer Klinik bei 76,6 % aller Kniescheibenbrüche durchgeführt. Im Durchschnitt vergingen 10,8 Tage zwischen Unfall und Operation. 1/4 (24,6 %) der Frakturen wurden am Unfalltag operiert. In der Literatur besteht heute Übereinstimmung darüber, daß

offene Frakturen sofort, d. h., innerhalb der ersten 6 - 8 Stunden zu operieren sind. Dieses Vorgehen bedeutet die beste Infektionsprophylaxe (JONASCH, BÖHLER, J. u. a.). Nach der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthese (AO) und vielen anderen Autoren ist eine Frühoperation auch bei geschlossenen Frakturen erstrebenswert. Der operative Eingriff ist im Frühstadium technisch einfacher, da eine Hämatomorganisation noch nicht vorliegt und die Bruchflächen noch scharfkantig begrenzt sind. Die exakte Rekonstruktion wird somit erleichtert (WERMAN und GAY, RITTER, BÖHLER, J.). Der günstigste Operationszeitpunkt für geschlossene Frakturen kann jedoch nicht pauschal festgelegt werden. Oft wird die Entscheidung durch die Gesamtsituation des Verletzten und die Organisation der Klinik bestimmt.

Weitgehende Übereinstimmung besteht darin, wann konservativ oder operativ behandelt werden muß; eine einheitliche Operationsmethode besteht jedoch nicht. Entsprechend dem Vorgehen zahlreicher Autoren (BÖHLER, J., WELER und SAMIMI, JONASCH u. a.) wurde eine patellaerhaltende Osteosynthese, eventuell kombiniert mit Entfernung kleiner nicht reponibler oder fixierbarer Fragmente, dort durchgeführt, wo die Aussicht auf Herstellung einer glatten Gelenkfläche ohne Stufenbildung und Knorpeldefekt bestand. In allen anderen Fällen, hauptsächlich nach schweren Trümmerfrakturen, wurde eine Teilentfernung oder die Totalentfernung der Kniescheibe vorgenommen.

Als Osteosynthese wurde in 85 % der Fälle die Zuggurtungsosteosynthese angewandt. Bei 90 % der Trümmerfrakturen und 91,7 % der Querfrakturen fand diese Operationsmethode Anwendung. Cerclage, Drahtnaht und Verschraubung wurden insgesamt in 7,5 % der Fälle durchgeführt. Die primäre Teil-

patellektomie fand in 5,8 %, die primäre Totalpatellektomie in 1,7 % der Fälle Anwendung.

Im Anschluß an die operative Behandlung konnte bei über 1/3 der mit einer Zuggurtung versorgten Patienten auf eine zusätzliche Gipsbehandlung verzichtet werden. Nach anfänglichen isometrischen Spannungsübungen des M. quadrizeps und passiven Bewegungsübungen der Patella konnte frühzeitig mit aktiven Kniebeugungen begonnen werden. Auch die AO empfiehlt eine gipsfreie Frühmobilisation, da bei zuverlässig gelegter Zuggurtung mit einer Fragmentverschiebung nicht zu rechnen ist. VOORHOEVE weist darauf hin, daß bei einer übungstabilen Osteosynthese wie der Zuggurtung eine zusätzliche Gipsbehandlung unterbleiben soll, da sie am anatomischen Ergebnis nichts mehr ändern kann und in vielen Fällen zur Verklebung der Patellagleitfläche führt. Es besteht kein Zweifel darüber, daß eine gipsfreie funktionelle Nachbehandlung einer Gelenksteife und Muskelatrophie entgegenwirkt. Das Vorgehen kann jedoch nicht einheitlich festgelegt werden, sondern muß sich nach Bruchform und Osteosynthesestabilität richten. So befürworten TSCHERNE und SZYSZKOWITZ Anspannungsübungen und frühe funktionelle Behandlung, die Entscheidung ob Entlassung mit oder ohne Gips wird jedoch von Frakturart und Stabilität der Zuggurtung bestimmt. LABITZKE und REHN legen zunächst einen gespaltenen Gipsverband und beginnen erst nach der Wundheilung mit aktiver krankengymnastischer Nachbehandlung. RÜTER und BURRI führen die Nachbehandlung nur dann gipsfrei weiter fort, wenn der Patient in den ersten sechs Wochen nur das gestreckte Knie voll belastet, da in Beugung Kräfte auftreten, die die Stabilität der Zuggurtung überfordern können.

Aus gleichem Grund hält RITTER eine volle funktionsstabile Osteosynthese an der Kniescheibe für kaum möglich und er-

laubt bei "einfachen" Frakturen aktives Beugen nur bis 20 - 30°. Bei Trümmerbrüchen ist die Mobilisation auf Anspannungsübungen und nur "geringgradige" Beugung beschränkt; bei der Entlassung wird ein Gipstutor angelegt.

Auch KOPPELMANN ist aufgrund biomechanischer Überlegungen der Meinung, daß eine Frühmobilisation der durch Zuggur-tung versorgten Fraktur nur mit Zurückhaltung durchge-führt werden kann.

Die stationäre Aufenthaltsdauer betrug im Durchschnitt 27,9 Tage. Die lange Dauer ist auf die große Anzahl der zum Teil schweren Begleitverletzungen zurückzuführen (TSCHERNE und SZYSZKOWITZ 23 Tage). Bei reiner Patella-fraktur ohne andere Mitverletzung betrug der stationäre Aufenthalt 20,8 Tage (WERMANN und GAY 22 Tage).

Komplikationen allgemeiner Art waren zwei Todesfälle zwei Wochen und 2 1/2 Monate nach der Operation. Spezielle postoperative Komplikationen traten bei 14,2 % der ver-sorgten Frakturen auf (WERMANN und GAY 8,3 %; FREULER, BRUNNER und RÜTER 24,7 %).

Nach der Häufigkeit des Auftretens ist hervorzuheben die sekundäre Dislokation der Fragmente, der Implantatbruch, die Pseudarthrose, der Weichteilinfekt und die Refraktur. Bemerkenswert ist, daß in unserem Krankengut trotz offener Frakturen und der hohen Zahl lokaler Begleitverletzungen nur 1,7 % Weichteilinfekte vorlagen. Nach NUMMI werden in der Literatur die Wundinfektionen mit 1 - 5 % der operierten Fälle angegeben. NUMMI selbst berichtet von 4,4 %, WERMANN und GAY von 5 %, SENST und NOWAK von 12,7 % Weichteilinfektionen. Wahrscheinlich besteht ein Zusam-menhang zwischen Pseudarthrosebildung (2,5 %, 2 Zuggur-tungen, 1 Cerclage) und der aufgetretenen Fragmentdislo-kation (5 %). Andere Autoren geben bei annähernd gleicher

Operationstechnik 2,7 % (FREULER, BRUNNER und RÜTER) oder überhaupt keine Pseudarthrosebildungen an (LABITZKE und REHN).

Das Nachuntersuchungsergebnis stützt sich auf die subjektiven Angaben der Patienten und auf die objektiven Befunde der funktionellen und röntgenologischen Untersuchung. Im klinisch nachuntersuchten Krankengut war die Trümmerfraktur am häufigsten vertreten. Die Zuggurtungsosteosynthese war die am meisten bevorzugte Operationsmethode (90,5 %).

Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatten 46 (73 %) von 63 operierten Patienten subjektive Beschwerden. Folgende Klagen wurden nach ihrer Häufigkeit geordnet vorgebracht: Beschwerden beim Treppensteigen oder Knien, Unsicherheit im Kniegelenk, Wetterfühligkeit, Beschwerden sowohl in Ruhe als auch bei Belastung. Im wesentlichen werden die genannten Beschwerden auch in der Literatur angegeben. Hinsichtlich ihrer Häufigkeit sind verschiedene Angaben zu finden. So geben bei ihren operierten Fällen NUMMI 86,5 %, WERMANN und GAY 73,3 %, SELIGO 70,7 %, SENST und NOWAK 62,5 % und FREULER, BRUNNER und RÜTER 56,2 % Beschwerden an.

Die klinisch-funktionelle Untersuchung erstreckte sich auf die Beweglichkeit im Kniegelenk und auf den Zustand der Streckmuskulatur. Die Beweglichkeit war bei 45 (71,4 %) der 63 Patienten eingeschränkt. Für die eine Hälfte dieser Patienten war die Bewegungseinschränkung bedeutungslos, da das Beugedefizit nie mehr als maximal 20° betrug und die Streckdifferenz nur in einem Fall mehr als 10° überstieg. WERMANN und GAY berichten von 31,1 %, FREULER, BRUNNER und RÜTER von 54,8 % Bewegungseinschränkung.

Letztere weisen angesichts dieses Ergebnisses auf die Notwendigkeit hin, der funktionellen Nachbehandlung operierter Patellafrakturen vermehrt Beachtung zu schenken. Verglichen mit unserem Ergebnis fand auch KARNBAUM mit 41,6 % der Fälle relativ geringe Funktionseinschränkung. Zu beachten gilt, daß der Autor nur Patellafrakturen "ohne wesentlichere und funktionell störende Nebenverletzungen" untersuchte. Die hohe Anzahl der knöchernen Mit- und lokalen Begleitverletzungen in unserem Krankengut und die Tatsache, daß 44 der 63 Patienten nach der Operation durch einen Gipsverband immobilisiert wurden, ist bedeutsam für die Einschätzung des hohen Anteils an Bewegungseinschränkungen.

Eine Atrophie der Oberschenkelmuskulatur konnte in 33 Fällen (52,4 %) beobachtet werden. WERMANN und GAY, sowie SZYSZKOWITZ und TSCHERNE fanden ebenfalls bei nahezu der Hälfte ihrer operierten Fälle eine Atrophie des M. quadrizeps. STRUCK sieht in der langen Immobilisation die Ursache für eine Inaktivitätsatrophie der Streckmuskulatur. Nach WERMANN und GAY ist die Quadrizepsatrophie einerseits Folge einer primären Mitverletzung des Reservestreckapparates, andererseits muß bei operativer Behandlung eine Schädigung von Sehnen-, Kapselrezeptoren und afferenter Nerven als Ursache angenommen werden.

Bei der Gesamtbeurteilung der klinischen Nachuntersuchung zeigten 12,7 % ein sehr gutes, 34,9 % ein gutes, 38,1 % ein genügendes und 14,3 % ein schlechtes Ergebnis.

Als Behandlungsmethode wurden neben der Zuggurtungsosteosynthese 4 Teilpatellektomien (2 gute, 2 genügende Ergebnisse), 1 Cerclage (gutes Ergebnis) und 1 Totalpatellektomie (schlechtes Ergebnis) durchgeführt.

Für das schlechte Resultat sind 9 Fälle verantwortlich, die

sich wie folgt darstellen: 4 Patienten (24, 55, 72, 77 Jahre) erlitten 2 Trümmer- und 2 Querfrakturen. Die älteren Patienten zogen sich allein einen Kniescheibenbruch zu, der junge Patient erlitt außerdem eine Oberschenkel-fraktur der gleichen Extremität. Alle vier Frakturen wurden mittels Zuggurtung und anschließendem Gipstutor behandelt. Während der Behandlung traten keinerlei Komplikationen auf. Mit Ausnahme des jungen Patienten zeigten alle Kniegelenke zum Unfallzeitpunkt arthrotische Veränderungen. Nach LUTHER und LEGAL ist die Versorgung der Patellafraktur beim alten Menschen mit einer zusätzlichen Problematik behaftet, die neben der Bruchform das biologische Alter des Gelenkes betrifft. Lange Ruhigstellung und "minutiöse Adaptationsosteosynthese" sind der Erhaltung einer freien Kniegelenksbeweglichkeit abträglich. Es wurden zur Behandlung zwei Alternativen angeboten: frühestmögliche Mobilisierung bei Wiederherstellung der aktiven Streckfähigkeit oder längere postoperative Ruhigstellung zur Erzielung einer größeren Gelenksstabilität unter Inkaufnahme einer Teilsteife.

5 Patienten (20, 38, 44, 48, 63 Jahre) erlitten 4 Trümmerfrakturen (3 offene) und 1 Querfraktur. 3 Trümmerfrakturen waren mit Polytraumata kombiniert und zeigten an der gleichen Extremität zusätzliche Frakturen. Die restlichen 2 Frakturen waren ohne zusätzliche Mitverletzungen. 4 Patienten wurden mit einer Zuggurtung, 1 Patient mit einer Totalpatellektomie versorgt und anschließend mit Gips (3) oder ohne Gips (2) weiterbehandelt. Eine Trümmerfraktur, dabei handelte es sich um eine Übernahme aus einem anderen Haus, war zum Zeitpunkt der Behandlung schon pseudarthrotisch verheilt. Der Patient mit einer Querfraktur hielt sich nach der Operation nicht an therapeutische Vereinbarungen und brach die Behandlung eigenmächtig ab. Der Patient einer

Trümmerfraktur mußte im Anschluß an die Osteosynthese zur intensiven Bewegungstherapie erneut stationär aufgenommen werden. Die Kniegelenkfunktion war 1 1/2 Monate nach der Operation gänzlich eingeschränkt. Zu einem späteren Zeitpunkt wurde ihm bei drei Operationen zunächst eine Verknöcherung aus der Quadrizepssehne, dann eine Exostose auf der Patellagleitfläche und schließlich der vernarbte Hoffa'sche Fettkörper nebst eines Verkalkungsherd des entfernt. 2 Trümmerfrakturen, die eine mit Hüftluxation und Pfannendachabsprengung, die andere mit einer kniegelenksnahen Femurfraktur der gleichen Extremität kombiniert, waren in ihrem Heilungsverlauf komplikationslos. Alle schlechten Resultate zeigten röntgenologisch schwere arthrotische Veränderungen im Kniegelenk.

In neuerer Literatur mit annähernd vergleichbar großem Einsatz der Zuggurtungsosteosynthese findet man bei FREULER, BRUNNER und RÜTER 21,9 %, bei LABITZKE und REHN 6,4 % schlechte Ergebnisse. Beim Vergleich dieser und unsrer Ergebnisse miteinander ist zu beachten, daß einerseits diesen Ergebnissen keine einheitlichen Beurteilungskriterien zugrunde liegen, andererseits wie bei LABITZKE und REHN Kniescheibenbrüche, die wegen Nebenverletzungen nicht beurteilbar waren, bei der Gesamtbeurteilung fehlen.

Meistens steht das Ausmaß der röntgenologisch nachweisbaren Arthrose nicht in direktem Zusammenhang mit dem Grad der subjektiven Beschwerden und der Funktionseinschränkung, ist jedoch für die weitere Prognose von Bedeutung (WERMANN und GAY, KOPPELMANN). In unserem Krankengut ergibt sich ein Verhältnis zwischen klinischen zu röntgenologischen Arthrosezeichen von 39,7 % : 93,7 %. Betrachtet man die Gesamtbeurteilung der klinisch nachuntersuchten

Patienten, so hatten die mit sehr gut zu 100 %, die mit gut zu 81 %, die mit genügend zu 100 % und die mit schlecht bewerteten Fälle zu 100 % arthrotische Veränderungen im Röntgenbild.

Im folgenden sollen die Röntgenbefunde von 107 operierten Patellafrakturen im Hinblick auf neu entstandene Arthrosezeichen, Art der Frakturheilung, Zeitpunkt des knöchernen Durchbaus, Zustand des Implantates, Patellavergrößerung und posttraumatische Verkalkung diskutiert werden.

Es zeigte sich, daß die Hälfte (53,3 %) der Patienten an einer erstmals nach dem Unfall aufgetretenen Arthrose litten. Dabei handelte es sich meistens um Randzackenbildungen der Kniescheibengelenkfläche allein oder um Kantenausziehungen an dieser und an den Ober- und Unterschenkelkondylen. Arthrotische Veränderungen wie Gelenkspaltverengung, subchondrale Sklerosierung und Zystenbildung traten seltener auf. Die Häufigkeit von Arthrosen nach Kniescheibenbruchoperationen wird in der Literatur unterschiedlich abgegeben: SZYSZKOWITZ 80 %, NUMMI 76,1 %, WERMANN und GAY 55,6 %, LABITZKE und REHN 19,1 %, FREULER, BRUNNER und RÜTER 14,6 %. Die große Schwankungsbreite in den Angaben kann zum einen in einer unterschiedlichen Bewertung der Röntgenbilder liegen, zum anderen ist jedes Krankengut in seiner Zusammensetzung und Behandlung verschieden.

So wurden in unserem Krankengut die meisten Frakturen durch große Gewalteinwirkung verursacht. Schon BÜDINGER und später MAY, KUHN und DIETHELM wiesen auf Veränderungen der Patellarückfläche hin, die durch Gewalteinwirkung auf die Kniescheibe entstehen. DICK, HENCHE und MORSCHER

bestätigten arthroskopisch ausgedehnte Knorpelschäden, die durch das ehemalige Kontusionstrauma gesetzt worden waren. Auch LABITZKE und REHN sowie FREULER, BRUNNER und RÜTER weisen bei Kniescheibenbrüchen auf begleitende und schwer abzuschätzende Knorpelläsionen hin. UEHLINGER sieht in der Knorpelschädigung einen Initialvorgang der posttraumatischen Arthrose. Trotz exakter Reposition mußten wir in 64,1 % der Fälle posttraumatisch neu aufgetretene Arthrosen registrieren. Die Knorpelschädigung, prä- oder intraoperativ entstanden, mögen hierfür mit eine Ursache sein.

Die Ursache einer posttraumatischen Arthrose ist in erster Linie das Trauma selbst mit Schädigung des Gelenkknorpels. Tritt Inkongruenz und Stufenbildung hinzu, so wirken sie prozeßfördernd (UEHLINGER). Mit Stufenbildung abgeheilte Frakturen der Patella führen infolge Änderung des chondralen Belastungsmusters zu lokalen Überbelastungsschäden am Knorpel und verursachen im weiteren Verlauf eine posttraumatische Arthrose (UEHLINGER, MAGERL, BANDI). Nach DICK, HENCHE und MORSCHER muß bei einer Stufenbildung die Früharthrose mit Sicherheit folgen. Demgegenüber sind aufgrund klinischer Untersuchungen SENST und NOWAK der Meinung, daß bei "gesundem Kniegelenk" eine bis zu 1 mm betragende Stufenbildung ohne wesentliche Einschränkung toleriert wird. Mit der Einschränkung, daß sich zur Inkongruenz kein Knorpelschaden gesellen darf, gelangen FREULER und BRUNNER zur gleichen Auffassung, wenn sie behaupten, daß eine kleine retropatellare Stufe nicht zwangsläufig zur Arthrose führt, sondern unabhängig vom Alter gut ertragen wird. In unserem Krankengut zeigten nur 5 (8,8 %) der stufig verheilten Frakturen keine arthrotischen Veränderungen im Kniegelenk. Das Ergebnis von 3 Patienten ist nicht aussagekräftig, da die Operation bei

der Nachuntersuchung noch kein halbes Jahr zurücklag. 2 Patienten waren trotz retropatellarer Stufe auch noch nach Jahren (2 1/2, 6 Jahre) arthrosefrei.

BANDI weist darauf hin, daß langandauernde Immobilisation des Kniegelenkes in vollständiger Streck- oder verstärkter Beugestellung über eine Störung der Druckverteilung an der Patellagelenkfläche zu Knorpelschäden führt. Im eigenen Krankengut wurden nach postoperativer Ruhigstellung in einer Gipshülse bei 89,9 % der Patienten arthrotische Veränderungen gefunden. Nach funktioneller Behandlung waren es 76,3 % der Patienten, die Arthrosezeichen aufwiesen. Wesentliche Folgerungen lassen sich aus diesen Angaben nicht ableiten.

Auch ein persistierender Hämarthros, so konnte DUSTMANN nachweisen, kann durch enzymatische Einwirkung eine Knorpelschädigung verursachen.

Nach unserem Krankengut könnte auch die ursprüngliche Bruchform einen Einfluß auf die Entstehung einer arthrotischen Kniegelenksveränderung haben. Die Erklärung dafür ist aber weniger in der Frakturform als im Ausmaß der Zerstörung und der anschließenden Rekonstruktionschwierigkeiten zu finden. So zeigten Trümmerfrakturen zu 91,1 % und Querfrakturen zu 64,7 % arthrotische Gelenkveränderungen. Auch das Operationsverfahren dürfte bei der Entstehung einer posttraumatischen Arthrose mitwirken. Dabei spielen die Anzahl der Implantate, die intraoperativ gesetzten Schäden und die Dauer des Eingriffs eine Rolle. Trotz guter Reposition kommt es in einem Teil der Fälle zu Nekrosen kleiner Bruchstücke und zu Arthrosen im Patellagleitlager (VOORHOEVE und STERNE-MANN). So zeigte in unserem Krankengut die Zuggurtung 83,1 %, die Teilpatellektomie 66,7 %, die Cerclage 100 %, die

die Schraubenosteosynthese 50 % neue Arthrosebildungen; Drahtnaht und Totalpatellektomie waren arthrosefrei.

Das Ausmaß der Zerstörung und die Art des operativen Vorgehens beeinflussen nicht nur die Entstehung posttraumatischer Arthrosen, sondern auch die durchschnittliche Zeitdauer bis zum knöchernen Durchbau der Fraktur. Die knöcherne Konsolidierung der Trümmerfraktur verlief am längsten (3,9 Monate), die der Infraktionsfraktur am kürzesten (1,3 Monate). Die Zuggurtung als Operationsmethode ließ den Frakturspalt um 3 Wochen früher knöchern durchbauen als die anderen Osteosyntheseverfahren. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß bei Anwendung der Zuggurtung in Kombination mit gekreuzten Spickdrähten die knöcherne Konsolidierung 7 Wochen länger dauerte als die Kombination mit parallelen Spickdrähten.

Ob der Zustand des Implantates als alleinige Ursache für die Entstehung einer retropatellaren Inkongruenz verantwortlich zu machen ist, kann nach unseren Ergebnissen nicht zweifelsfrei beantwortet werden. Von insgesamt 24 Implantatbrüchen und dislozierten Drahtschlingen zeigten 15 Fälle eine retropatellare Stufenbildung. Tritt der Bruch oder die Dislokation des Drahtes als Frühkomplikation auf, so ist mit einer Verschiebung der Fragmente zu rechnen. Der späte Drahtbruch nach knöchernem Durchbau ist für die Stabilität der Fraktur belanglos. Bei allen Implantatbrüchen und -lockerungen ist auf eine Irritation der umliegenden Gewebe oder auf das Einwandern eines Drahtstückes in das Gelenk zu achten. Letztere Komplikation kommt nach AXHAUSEN und SCHULTZE selten vor. Zur Vorbeugung solcher Komplikationen ist eine zeitgerechte Metallentfernung zu empfehlen. Auch in unserer Klinik kam es im Anschluß an die Implantatlockerung in

3 Fällen zu Weichteilanspießungen. Daraufhin wurden 2 Metallenfernungen und 1 Drahtkürzung durchgeführt.

Die Größenzunahme der Kniescheibe nach Frakturen, hauptsächlich nach operierten Fällen, konnte auch von uns bestätigt werden (eigenes Ergebnis 29 %, NUMMI 92 % Größenzunahme). Die Längenzunahme wird auf eine unvollständige Vereinigung der Bruchstücke bzw. auf die Dehnung der noch nicht verknöcherten fibrösen Vereinigung durch die Zugwirkung des Streckapparates zurückgeführt (MADLENER und PAAS zit. nach SENST und NOWAK). Eine Verbindung zwischen Größenzunahme und funktionellem Ergebnis konnte nicht hergestellt werden. Zur gleichen Auffassung gelangen auch SENST und NOWAK sowie MADLENER und PAAS.

Über 1/3 der operierten Frakturen wiesen röntgenologisch im benachbarten Gewebe Verkalkungsherde auf. Die Quadrizepssehne war am häufigsten betroffen. Auffällig ist, daß über die Hälfte der Verkalkungsherde mit einer Beugehemmung vergesellschaftet waren. Dabei handelte es sich in der Mehrzahl um Trümmerfrakturen. Da nach HAMACHER Verkalkungen im Streckapparat eher bei günstigen funktionellen Verhältnissen auftreten, dürfte kein Zusammenhang zwischen Beugehemmung und Verkalkung bestehen. Eher ist anzunehmen, daß aufgrund der starken Traumatisierung eine Schädigung des Sehnengewebes stattgefunden hat und die Verkalkung in veränderten Sehnenbezirken auftreten (BAUMGARTL). Da fast 2/3 der Herde bei Patienten jenseits des 30. Lebensjahres auftraten, könnte die Verkalkung auch Ausdruck degenerativer Vorgänge sein (BAUMGARTL).

Durch einen Wandel im Unfallmechanismus werden neben der Kniescheibe benachbarte Gelenkbezirke und oftmals andere

Abschnitte der gleichen Extremität stark traumatisiert. Die Patellafraktur wirkt sich wie die Zerstörung jedes anderen wichtigen Gelenkkörpers auf das ganze Gelenk aus. Die Prognose von Kniegelenkfrakturen ist nach WELLER und KÖHNLEIN immer zweifelhaft. Auch optimale Osteosynthese und Nachbehandlung können bei unfallbedingten schweren Knorpelschäden eine spätere Arthrose nicht verhindern. Ergebnisse in der Literatur und eigene Untersuchungsergebnisse zeigen, daß nach Patellafrakturen subjektive und objektive Unfallspätfolgen in einem hohen Prozentsatz entstehen. Nach heutiger Auffassung ist bei der Kniescheibenosteosynthese die Zuggurtung die Methode der Wahl. An der Häufigkeit der Pseudarthrosen und Infekte, sowie an der Gelenkfunktion und posttraumatischen Arthrosen konnte auch bei unserer Untersuchung der Wert dieser Behandlungsmethode bestätigt werden. Verbesserungen scheinen jedoch durch Beachten folgender Punkte möglich:

1. Die Indikation zur Osteosynthese von Trümmerfrakturen sollte enger gestellt werden. Die partielle Patellectomie verspricht bessere Ergebnisse als eine zweifelhafte Osteosynthese.
2. Die Kombination der Zuggurtung mit gekreuzten Spickdrähten sollte unterbleiben. Gekreuzte Spickdrähte sperren den Frakturspalt. Eine unzureichende Kompression der Fraktarenden ist die Folge.
3. Die kombinierte Anwendung einer vorderen Zuggurtung und einer hinteren Cerclage gewährt aus biomechanischer Sicht größere Übungsstabilität und verspricht bessere Ergebnisse.
4. Die Indikation zur Gipsbehandlung sollte von der Stabilität der angelegten Zuggurtung abhängig gemacht werden.

9. Zusammenfassung

In den Jahren 1969 - 1976 wurden in der Chirurgischen Klinik der Universität Mainz 159 Patellafrakturen behandelt.

2/3 der Patienten waren Männer. Das 3. Lebensjahrzehnt war von der Verletzung mit Abstand am häufigsten betroffen. Mit einem Anteil von mehr als 50 % war der Verkehrsunfall die häufigste Unfallursache. Fast die Hälfte aller Kniescheibenbrüche waren Trümmerfrakturen. Je nach Schwere des Traumas kam es häufig zu Begleitverletzungen. 1/4 der Patellafrakturen gingen mit knöchernen Verletzungen derselben Extremität einher. 3/4 des Krankengutes wurden operativ behandelt. Als Osteosyntheseverfahren wurde in 85 % der Fälle die Zuggurtungsosteosynthese durchgeführt. Andere Operationsmethoden waren: partielle Teilpatellectomie, Cerclage, Drahtnaht, Verschraubung, Totalpatellectomie. An postoperativen Komplikationen traten der Häufigkeit nach auf: Fragmentdislokation, Implantatbruch, Pseudarthrose, Weichteilinfekt, Refraktur. Während der stationären Behandlung verstarben zwei Patienten. Die durchschnittliche stationäre Aufenthaltsdauer lag bei 27,9 Tagen. Die Metallentfernung erfolgte im Durchschnitt nach 12,6 Monaten.

Das funktionelle Ergebnis bei 63 nachuntersuchten Patienten waren in 12,7 % der Fälle sehr gut, in 34,9 % gut, in 38,1 % genügend und in 14,3 % schlecht.

Röntgenologisch konnten 107 operativ behandelte Frakturen ausgewertet werden. Wir fanden 57 erstmals nach dem Trauma entstandene Arthrosen, 3 Pseudarthrosen, 24 Implantatbrüche oder -lockerungen, 56 retropatellare Stufenbildungen, 31 Patellavergrößerungen und 41 Verkalkungen. Der

Frakturspalt war im Durchschnitt nach 3,9 Monaten knöchern gesichert.

Anhand der röntgenologischen Befunde wurden die angewandten Osteosyntheseverfahren im Hinblick auf ihre biomechanische Wirksamkeit einer kritischen Wertung unterzogen. Die peripatellare Cerclage ist nicht übungstabil. Die Drahtnaht nach PAYR und die quere Verschraubung sind nur bei bestimmten Indikationen wie Querfraktur, Polfraktur und Längsfraktur geeignete Osteosyntheseverfahren. Die Zuggurtung in Kombination mit Spickdrähten oder hinteren Cerclage ist wegen ihrer größeren Übungsstabilität heute die Methode der Wahl. Die gewonnenen Untersuchungsergebnisse wurden mit der Literatur verglichen und diskutiert. Dabei wurden im Hinblick auf die Entstehung posttraumatischer Kniegelenksarthrosen folgende vier Punkte besonders herausgestellt:

1. Einschränkung der Osteosynthese von schweren Trümmerfrakturen zugunsten der partiellen Patellektomie oder Totalpatellektomie,
2. keine Kombination der Zuggurtung mit gekreuzten Spickdrähten,
3. Erzielung großer Übungsstabilität durch die kombinierte Anwendung einer vorderen Zuggurtung und einer hinteren Cerclage,
4. zusätzlicher Gipsverband je nach Stabilität der Zuggurtung.

10. Kasuistik mit Bilddokumentation

Pat. 1: G. B., w., geb. 29.10.1936, Unfalljahr 1975

Frau B. verunglückte am 06.03.75 mit ihrem Pkw. Sie zog sich dabei eine offene Trümmerfraktur der linken Knie-
scheibe zu. An anderen Verletzungen bestand eine Absprengung am linken Kondylus lateralis (Abb. a). Die Patientin wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am gleichen Tag operiert. Dabei wurde die Trümmerfraktur mit einer Zuggurtung in Kombination mit zwei parallelen Kirschner-Drähten, die Kondylenabsprengung mittels einer Schraube versorgt (Abb. b).

Die Patientin konnte am 27.03.75 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf mit einer Gipshülse entlassen werden.

Der Frakturspalt war nach 5 Monaten knöchern gesichert (Abb. c).

Die Metallentfernung erfolgte am 02.12.76.

Bei der Kontrolluntersuchung am 17.01.77 zeigten die Röntgenbilder eine stufenlos verheilte Patellafraktur (Abb. d). Die Kondylenabsprengung war knöchern verheilt. Das linke Femoropatellargelenk war gering arthrotisch verändert. Bei der klinischen Untersuchung gab die Patientin lediglich geringe Beschwerden beim Treppensteigen und bei Witterungswechsel an. Außer einer Beugedifferenz von 15° war die Funktion im Kniegelenk nicht eingeschränkt.

Pat. 1: G. B. r. w., geb. 29.10.1936, Unfalljahr 1975



Abb. a

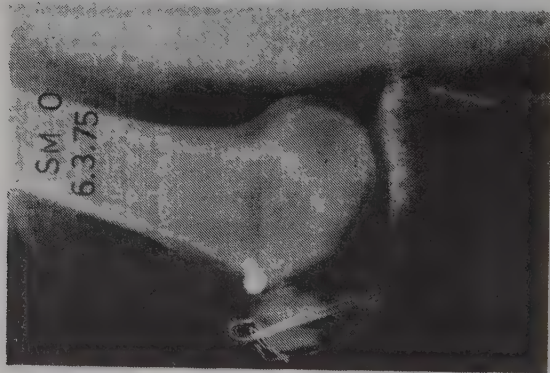


Abb. b

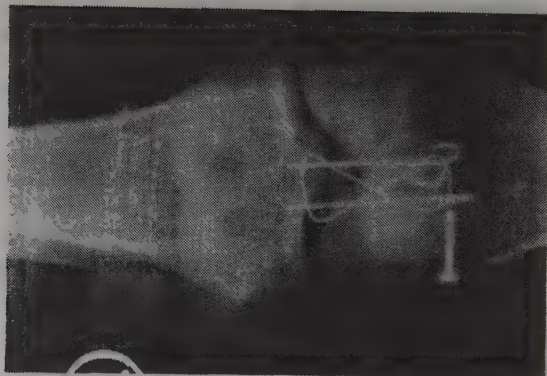


Abb. c

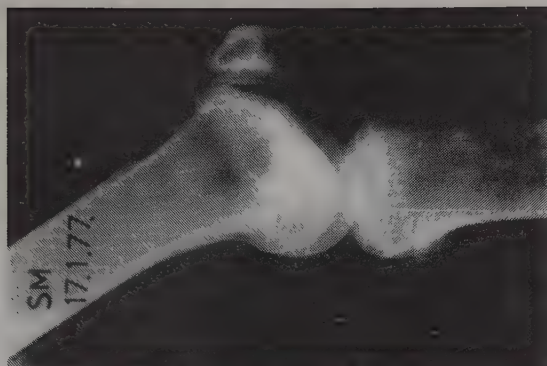


Abb. d

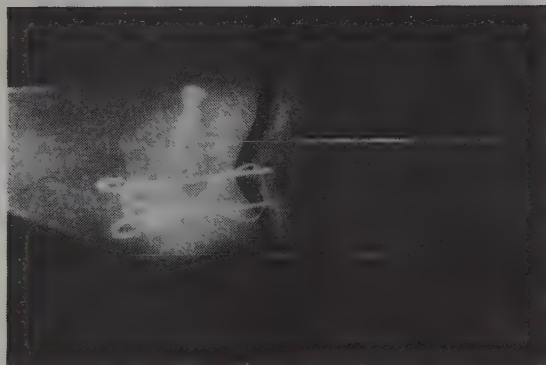


Abb. c

Pat. 2: K. P., m., geb. 07.03.1957, Unfalljahr 1974

Herr P. verunglückte am 20.09.74 mit seinem Mofa. Er zog sich dabei eine Trümmerfraktur der rechten Kniescheibe zu. An anderen Mitverletzungen bestand eine Unterkieferfraktur und eine Fraktur der rechten Gehörgangswand (Abb. a).

Nach Aufenthalt in der ZMK-Klinik wurde der Patient am 27.09.74 bei uns aufgenommen und am 30.09.74 operiert (Abb. b). Dabei wurde die Trümmerfraktur mit zwei parallelen Kirschner-Drähten, einer inneren Cerclage und einer äußeren Zuggurtung versorgt. Der Patient konnte am 18.10.74 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf entlassen werden. Eine Gipschülse wurde nicht angelegt.

Der Frakturspalt war nach einem Monat knöchern gesichert (Abb. c).

Die Metallentfernung wurde am 18.09.75 durchgeführt. Die Röntgenbilder zeigten eine stufenlos verheilte Patellafraktur (Abb. d). Das Kniegelenk war arthrotisch verändert. Im Bereich der Quadrizepssehne kam ein Verkalkungsherd zur Darstellung. Bei der klinischen Untersuchung am 10.11.75 gab der Patient lediglich geringe Beschwerden beim Treppensteigen an. Außer einer Beugedifferenz von 10° war die Funktion im Kniegelenk nicht eingeschränkt. Die vergleichende Umfangsmessung der Oberschenkel ergab rechts eine Umfangsdifferenz von 2 cm.

Pat. 2: K. P., m., geb. 07.03.1957, Unfalljahr 1974



Abb. a



Abb. b

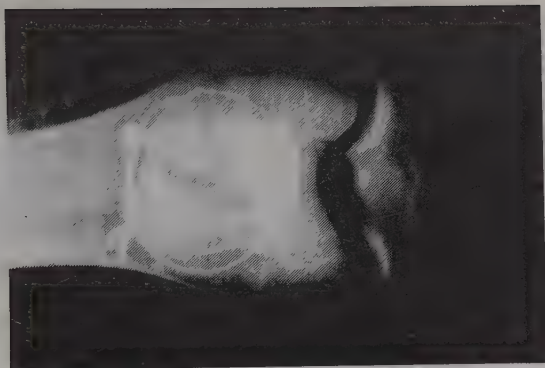




Abb. d

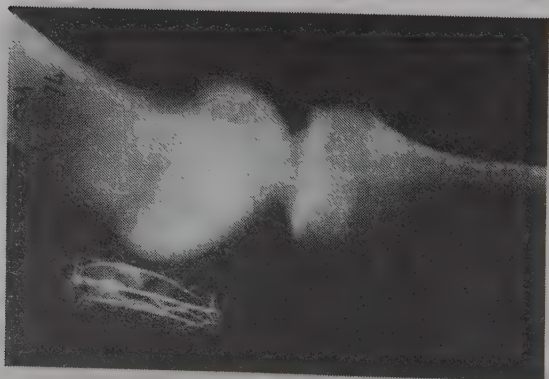
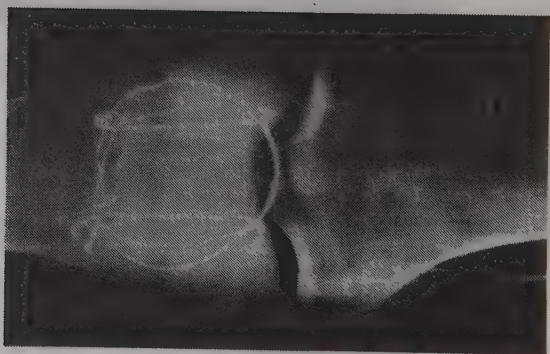


Abb. c

Pat. 3: G. J., m., geb. 16.02.1949, Unfalljahr 1972

Herr J. verunglückte am 23.03.72 mit seinem Pkw. Er zog sich dabei eine Trümmerfraktur der rechten Kniescheibe zu. An anderen Mitverletzungen bestand eine knöcherne Verletzung des Schädels (Abb. a).

Nach einem Aufenthalt in einem auswärtigen Krankenhaus wurde der Patient am 10.04.72 bei uns aufgenommen und am 13.04.72 operiert. Dabei wurde die Trümmerfraktur mit drei Kirschner-Drähten, einer inneren Cerclage und einer äußeren Zuggurtung versorgt (Abb. b). Der Patient konnte am 05.05.72 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf mit einer Gipshülse entlassen werden.

Der Frakturspalt war nach drei Monaten knöchern gesichert (Abb. c).

Die Metallentfernung wurde am 26.01.73 durchgeführt. Die Röntgenbilder zeigten eine stufenlos verheilte Patellafraktur (Abb. d). Bei der klinischen Untersuchung war der Patient subjektiv beschwerdefrei. Die Funktion im Kniegelenk war nicht eingeschränkt. Eine Umfangsdifferenz der Oberschenkel lag nicht vor.

Pat. 3: G. J., m., geb. 16.02.1949, Unfalljahr 1972

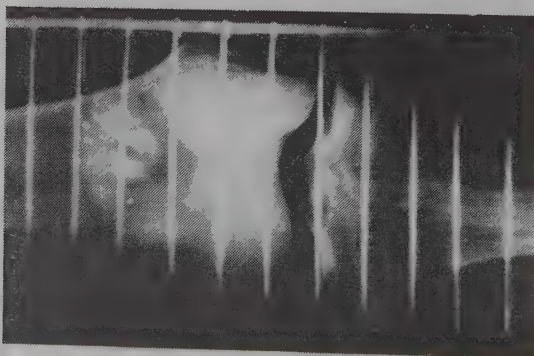


Abb. a

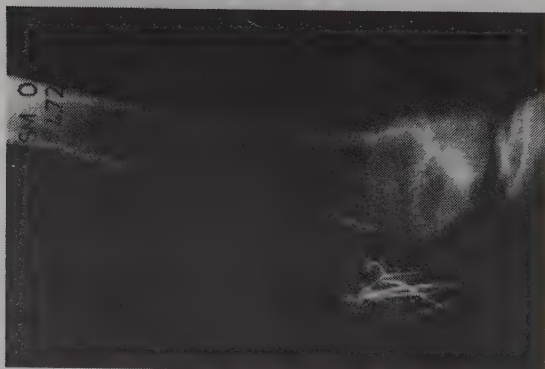


Abb. b.



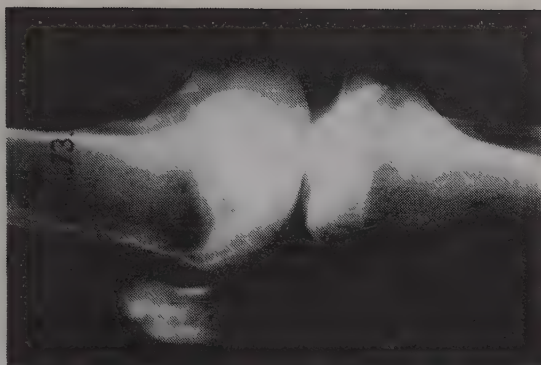


Abb. d

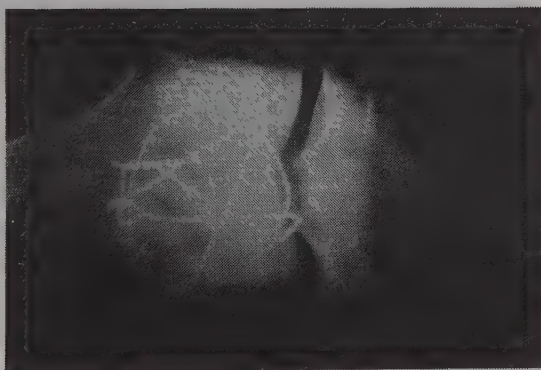


Abb. c

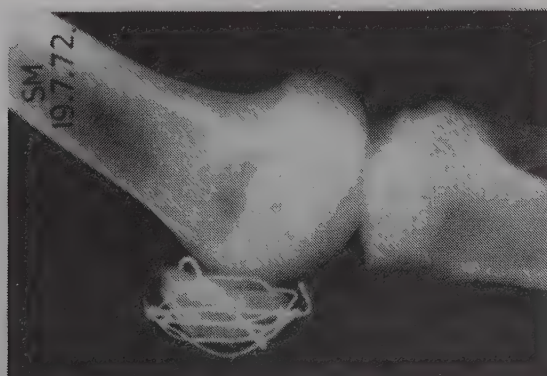


Abb. b

Pat. 4: M. S., w., geb. 12.04.1907, Unfalljahr 1974

Frau S. fiel am 22.07.74 beim Einsteigen in den Bus hin. Sie zog sich dabei eine Querfraktur der rechten Knie-schei-be zu (Abb. a).

Die Patientin wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am 25.07.74 operiert. Dabei wurde die Querfraktur mit einer reinen Zuggurtung versorgt (Abb. b). Die Patientin konnte am 12.08.74 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf entlassen werden. Eine Gips-hülse wurde nicht angelegt.

Der Fraktur-spalt war nach zwei Monaten knöchern gesichert. Eine Metall-entfernung wurde bisher nicht durchgeführt.

Bei der Kontrolle am 29.07.77 zeigten die Röntgen-bilder eine stufig verheilte Patella-fraktur mit arthrotischen Rand-zacken-bildungen (Abb. c). Bei der klinischen Unter-suchung klagte die Patientin über Unsicherheit im rech-ten Knie-gelenk. Außer einer Beugedifferenz von 15° war die Funktion im Knie-gelenk nicht eingeschränkt. Die ver-gleichende Umfangsmessung im Oberschenkel ergab rechts eine Umfangsdifferenz von 1 cm.

Pat. 4: M. S., w., geb. 12.04.1907, Unfalljahr 1974

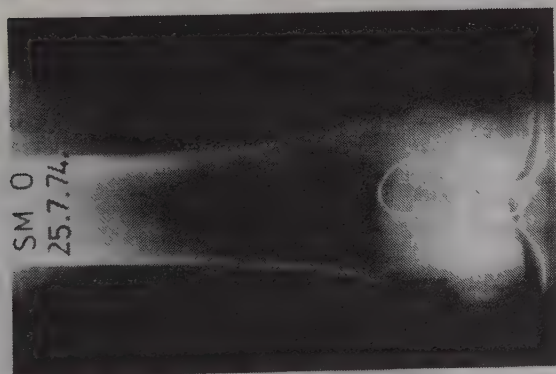
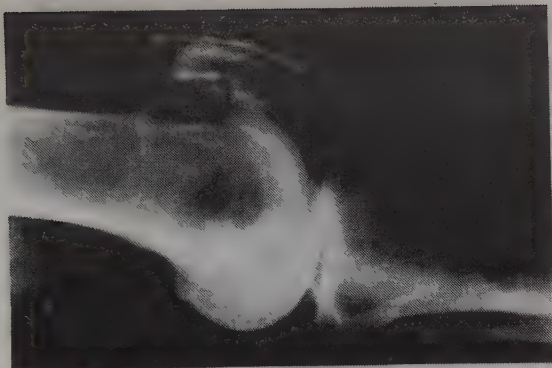


Abb. b

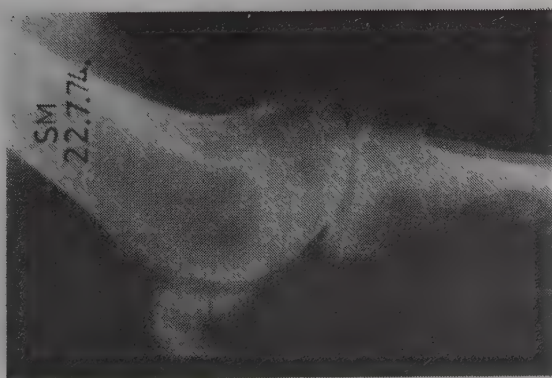


Abb. a

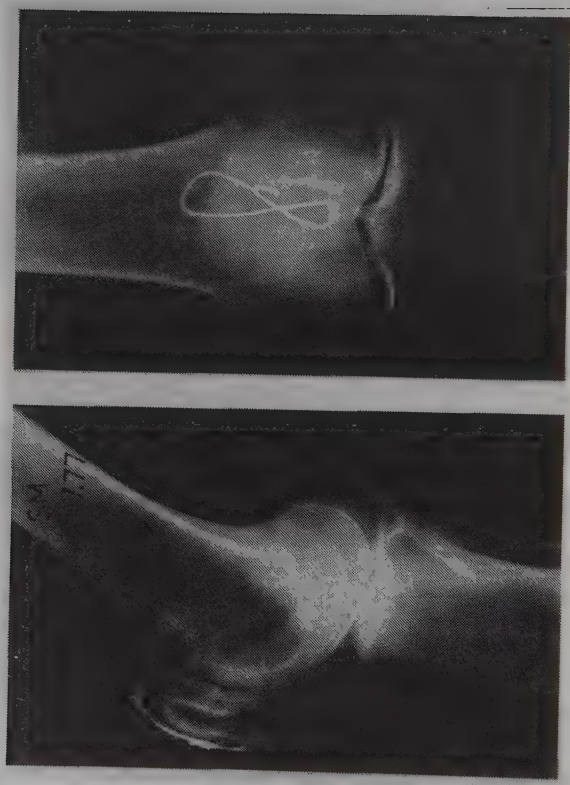


Abb. c

Pat. 5: B. H., m., geb. 26.10.1930, Unfalljahr 1969

Herr H. war in alkoholisiertem Zustand am 15.07.69 auf dem Bürgersteig ausgerutscht und hingefallen. Er zog sich dabei eine Querfraktur der linken Kniescheibe zu (Abb. a).

Der Patient wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am 25.07.69 operiert. Dabei wurde die Querfraktur mit einer Zuggurtung in Kombination mit zwei gekreuzten Kirschner-Drähten versorgt (Abb. b).

Der Patient konnte am 07.08.69 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf mit einer Gipshülse entlassen werden.

Der Frakturspalt war nach zwei Monaten knöchern gesichert. Eine Metallentfernung wurde von seiten des Patienten abgelehnt.

Bei der Kontrolle am 09.02.72 zeigten die Röntgenbilder eine stufig verheilte Patellafraktur mit geringgradig arthrotischen Randzackenbildungen (Abb. c). Der Längsdurchmesser der Kniescheibe hatte um 6 mm zugenommen. Bei der klinischen Untersuchung klagte der Patient lediglich über Wetterfühligkeit. Die Beugung war im linken Kniegelenk mit einer Beugedifferenz von 90° hochgradig eingeschränkt. Die vergleichende Umfangsmessung der Oberschenkel ergab links eine Umfangsdifferenz von 1 cm.

Pat. 5: B. H., m., geb. 26.10.1930, Unfalljahr 1969

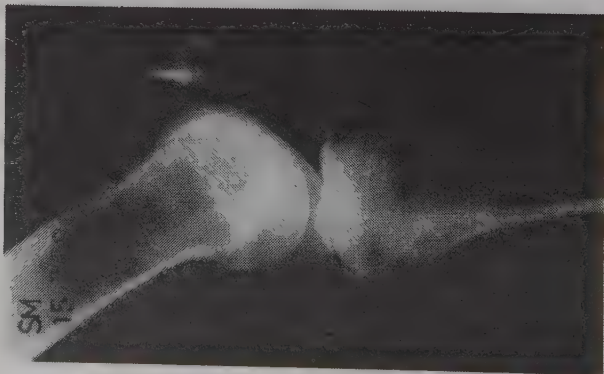


Abb. 8

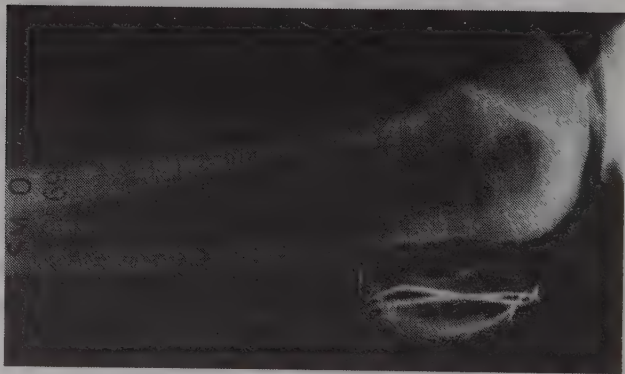
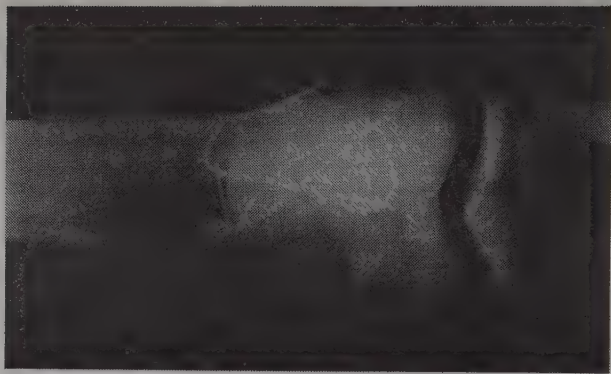


Abb. 9



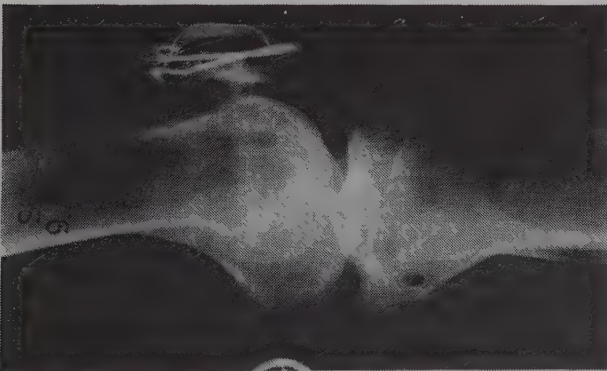


Abb. c

Pat. 6: G. P., w., geb. 08.09.1955, Unfalljahr 1972

Frau P. verunglückte am 01.11.72 als Beifahrerin bei einem Autounfall. Sie zog sich dabei eine offene Trümmerfraktur der linken Kniescheibe zu. An anderen Mitverletzungen bestand eine Oberschenkelfraktur links (Abb. a).

Die Patientin wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am gleichen Tag operiert. Dabei wurde die Trümmerfraktur mit einer Cerclage in Kombination mit zwei gekreuzten Kirschner-Drähten, die Oberschenkelfraktur mit einer 12-Lochplatte versorgt (Abb. b). Die Patientin konnte am 24.11.72 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf mit einem Oberschenkelliegegips entlassen werden.

Die letzte Kontrolle vor der Metallentfernung am 03.01.73 zeigte im Röntgenbild einen weit dehiszenten Frakturspalt (Abb. c). Bei der Aufnahme zur Metallentfernung entleerte sich im Bereich der OP-Narbe nach Inzision tröpfchenweise Eiter. Bei der Metallentfernung am 08.02.73 zeigte sich, daß die Kniescheibe aus mehreren lose aneinanderliegenden Fragmenten bestand. Ein Erhaltungsversuch war nicht möglich gewesen.

Bei der Kontrolle am 25.06.73 zeigten die Röntgenbilder eine pseudarthrotisch verheilte Patellafraktur mit osteophytischen Ausziehungen an den oberen Fragmenten (Abb. d).

Pat. 6: G. P., w., geb. 08.09.1955, Unfalljahr 1972

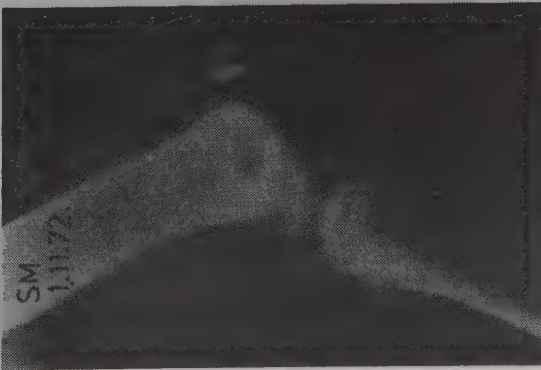


Abb. a



Abb. b

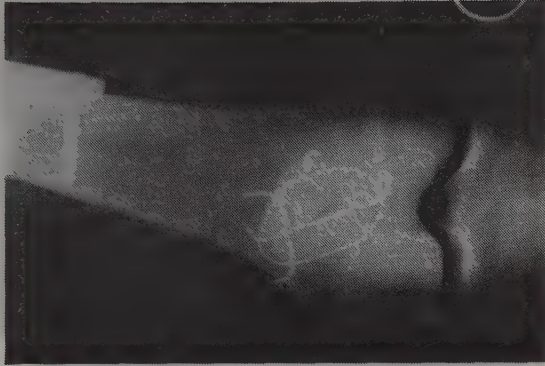




Abb. d

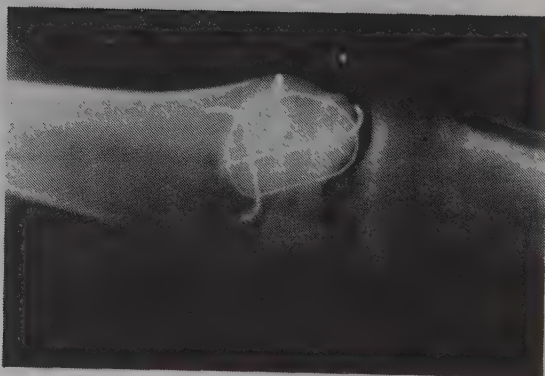
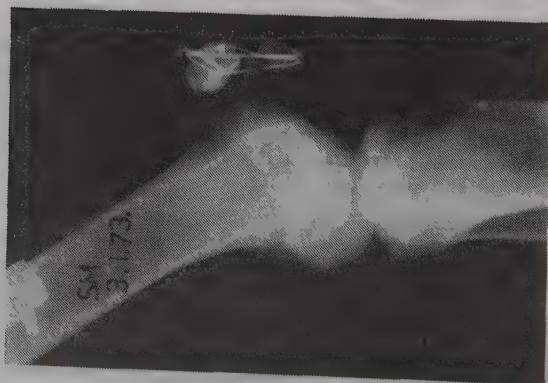


Abb. c



Pat. 7: E. H., w., geb. 30.05.1958, Unfalljahr 1976

Frau H. verunglückte am 28.06.76 mit ihrem Fahrrad. Sie zog sich dabei eine Längsfraktur der linken Kniescheibe zu (Abb. a).

Die Patientin wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am 01.07.76 operiert. Dabei wurde die Längsfraktur mit zwei parallelen Schrauben versorgt (Abb. b). Die Patientin konnte am 13.07.76 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf entlassen werden. Eine Gipshülse wurde nicht angelegt.

Der Frakturspalt war nach 1 1/2 Monaten knöchern gesichert (Abb. c).

Die Metallentfernung wurde am 04.01.77 durchgeführt. Bei der Kontrolle nach der Metallentfernung zeigten die Röntgenbilder eine stufig verheilte Patellafraktur (Abb. d). Arthrosezeichen waren nicht nachweisbar.

Pat. 7: E. H., w., geb. 30.05.1958, Unfalljahr 1976

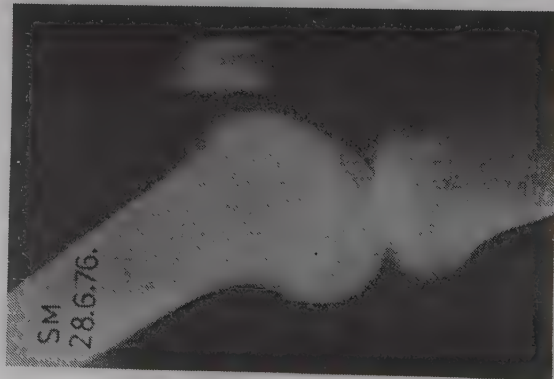


Abb. a

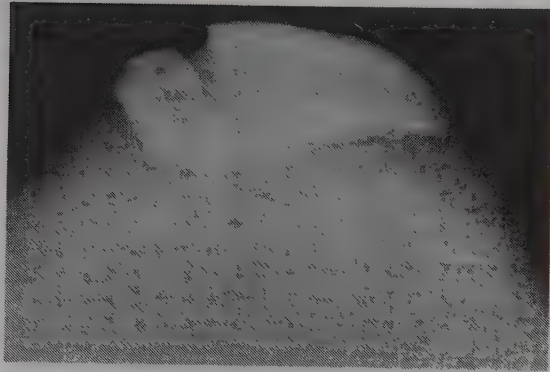
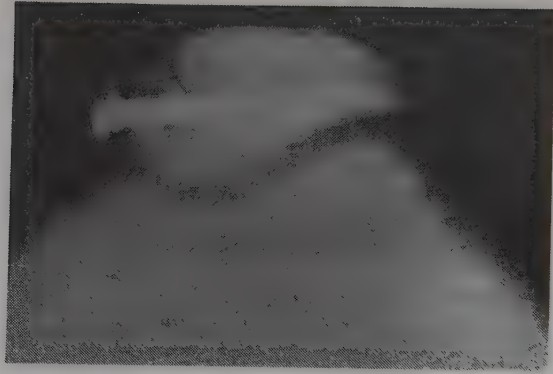


Abb. b



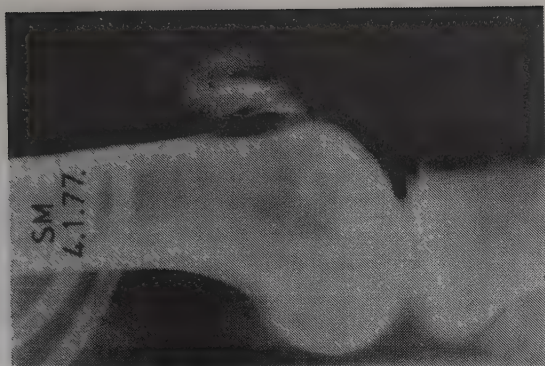


Abb. d

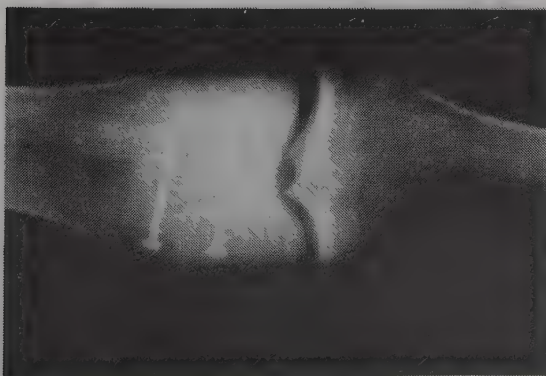
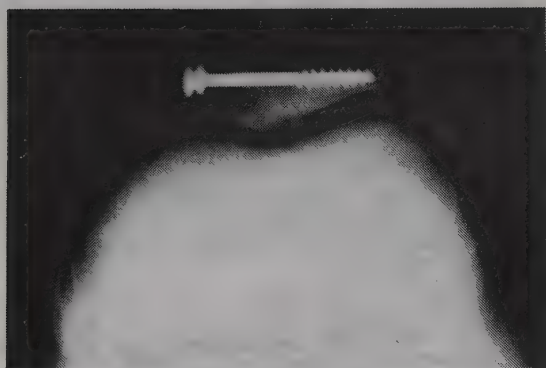


Abb. c

Pat. 8: H. S., m., geb. 15.05.1959, Unfalljahr 1976

Herr S. stürzte am 05.07.76 in suizidaler Absicht aus dem ersten Stock eines Hauses. Er zog sich dabei eine Längsfraktur mit querer Stauchungszone der rechten Knie-
scheibe zu. An anderen Mitverletzungen bestand ein Schädelhirntrauma (Abb. a).

Der Patient wurde am 12.07.76 nach Behandlung in der Neurochirurgie bei uns aufgenommen und am gleichen Tag operiert. Dabei wurde die Längsfraktur mit zwei Schrauben, die quere Stauchungszone mit einer Zuggurtung versorgt (Abb. b). Der Patient konnte am 28.07.76 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf entlassen werden. Eine Gipshülse wurde nicht angelegt.

Der Frakturspalt war nach 3 1/2 Monaten knöchern gesichert.

Eine Metallentfernung wurde bisher nicht durchgeführt. Bei der Kontrolle am 21.10.76 zeigten die Röntgenbilder eine stufig verheilte Patellafraktur (Abb. c). Arthrosezeichen waren nicht nachweisbar.

Pat. 8: H. S., m., geb. 15.05.1959, Unfalljahr 1976

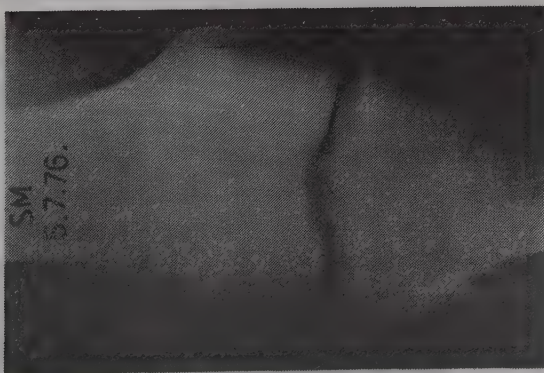


Abb. a

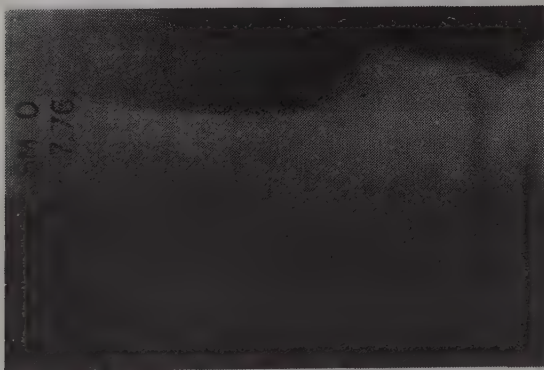
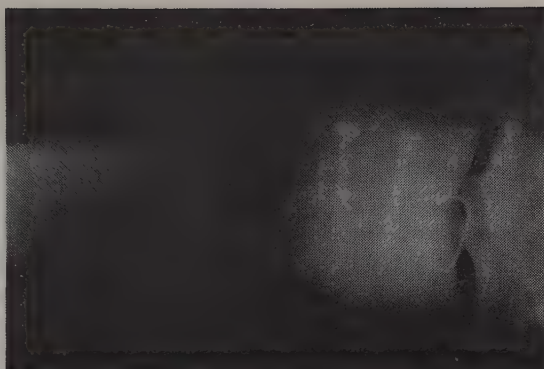


Abb. b



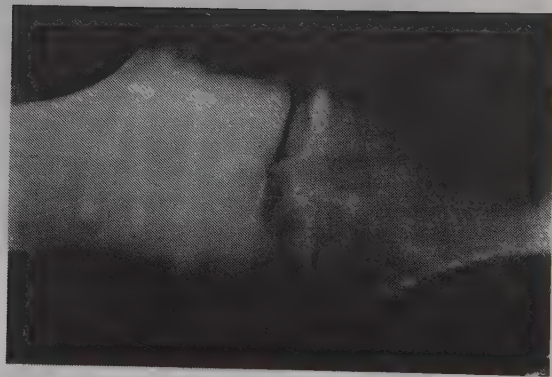


Abb. c

Pat. 9: A. W., m., geb. 10.11.1900, Unfalljahr 1976

Herr W. wurde am 09.01.76 bei der häuslichen Arbeit von einem herabfallenden Holzstück am Knie getroffen. Er zog sich dabei eine Trümmerfraktur des rechten Kniescheibenpoles zu (Abb. a).

Der Patient wurde am Unfalltag bei uns aufgenommen und am 15.01.76 operiert. Dabei wurde eine partielle Patellectomie durchgeführt; die Reinsertion des Lig. patellae mittels einer Drahtzuggurtung nach MAC LAUGLIN entlastet (Abb. b). Der Patient konnte am 04.02.76 nach komplikationslosem postoperativem Verlauf mit einer Gipshülse entlassen werden.

Eine Metallentfernung kam wegen des Alters nicht mehr in Frage.

Bei der Kontrolle am 01.08.77 zeigten die Röntgenbilder Arthrosezeichen und diskrete Verkalkungsherde im Bereich der Quadrizepssehne (Abb. c). Bei der klinischen Untersuchung gab der Patient außer einer geringen Wetterföhligkeit keine Beschwerden an. Es bestand eine Beugedifferenz von 40°; die Streckung war frei. Eine Umfangsdifferenz der Oberschenkel lag nicht vor.

Pat. 9: A. W., m., geb. 10.11.1900, Unfalljahr 1976

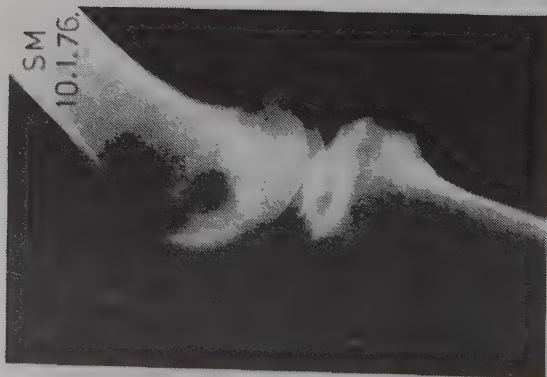


Abb. a

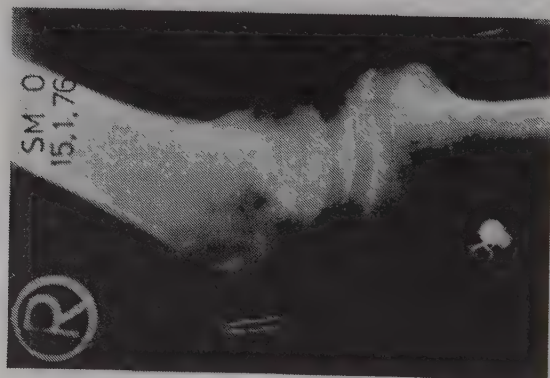
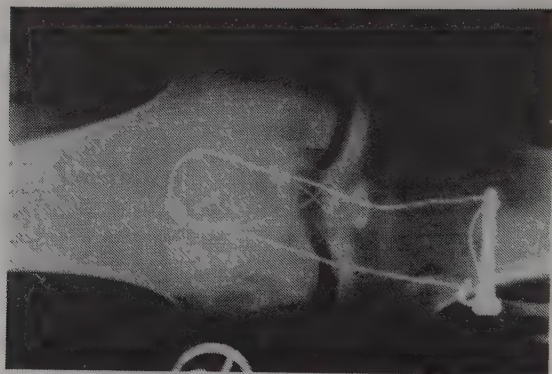


Abb. b



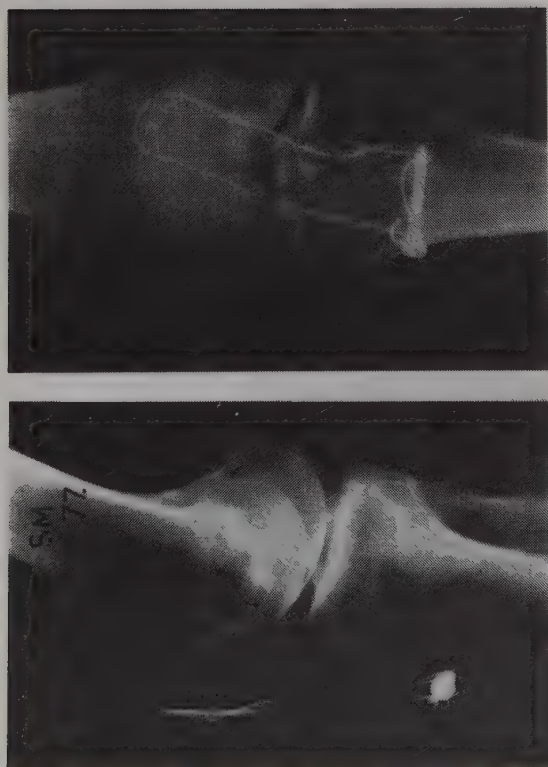


Abb. C

11. Literaturverzeichnis

- AXHAUSEN, W.,
SCHULTZE, G. Zur Behandlung der Zertrümmerungs-
frakturen der Patella
Zbl. Chir. 84, 534 - 537 (1959)
- BABAYAN, R. Patellafrakturen
Med. Welt 26, 886 - 888 (1975)
- BANDI, W. Die retropatellaren Kniegelenk-
schäden
in: Aktuelle Probleme in
Chirurgie und Orthopädie 4
Bern, Stuttgart, Wien
H. Huber, 19 - 42 (1977)
- BASU, N. zit. nach WELLER, S. und P. SAMIMI
- BAUMGARTL, F. Das Kniegelenk
Berlin, Göttingen, Heidelberg
Springer-Verlag (1964)
- BAUMGARTL, F. Anatomische und klinische Bedeu-
tung des Femoropatellargelenkes
Zbl. Chir. 91, 505 - 516 (1966)
- BEDACHT, R.,
RUEFF, F. L. Beitrag zur konservativen und
operativen Behandlung der Patella-
Fraktur
Hippokrates 40, 17 - 21 (1969)
- BELMAN, D. A. J.,
NEVIASER, R. J. Transverse fracture of the patella
in a child
J. Trauma, 13, 917 - 918 (1973)
- BERGER, P. Suture de la rotule pa un procédé
nouveau (cerclage de la rotule)
Zbl. Chir. 20, 216 (1893)
- BEYER zit. nach SANDROCK, W.
- BLANKENBURG, H. Die Patella partita und ihre Dif-
ferentialdiagnose
Beitr. Orthop. Traum. 13,
83 - 89 (1966)

- BLODGETT, W. E.,
FAIRCHILD, R. D. Fractures of the patella. Results of total and partial excisions of the patella for acute fractures
J. Amer. med. Ass. 106,
2121 - 2125 (1936)
- BÖHLER, J. Gekreuzte Bohrdrähte, ein einfaches Prinzip der Osteosynthese
Arch. orthop. Unfallchir. 47,
242 - 254 (1955)
- BÖHLER, J. Behandlung der Kniescheibenbrüche
Dtsch. med. Wschr. 86,
1209 - 1212 (1961)
- BÖHLER, L. Die Technik der Knochenbruch-
behandlung
Bd. II, 2, 12. - 13. Aufl. Wien
W. Maudrich (1957)
- BROOKE, R. The treatment of fractures patella
by excision. A study of morphology
and function
Brit. J. Surg. 24, 733 - 747 (1937)
- BRUNNER, C. Patellafrakturen
Bruns Beitr. klin. Chir. 218,
667 (1971)
- BÜDINGER, K. Über Ablösung von Gelenkteilen und
verwandten Prozessen
Dtsch. Z. Chir. 84, 311 - 365 (1906)
- DANIS zit. nach HUGGLER, A.
- DE PALMA, A. F.,
FLYNN, J. J. Joint changes following experimental
partial and total patellectomy
J. Bone Surg. 40, 1 A, 395 - 413 (1958)
- DICK, W.,
HENCHE, H. R.,
MORSCHER, E. Der Knorpelschaden nach Patella-
fraktur
Arch. orthop. Unfallchir. 81,
65 - 76 (1975)
- DIEBOLD, O. Über Kniescheibenbrüche im Kindesalter
Arch. klin. Chir. 147, 664 - 681 (1927)

- DREYER, J.,
GROHER, W. Indikationen und Ergebnisse der partiellen Patellectomie
Chir. Praxis 12, 461 - 468 (1968)
- DUSTMANN, H. O.,
PUHL, W.,
SCHULITZ, K. P. Knorpelveränderungen bei Hämarthros mit besonderer Berücksichtigung der Ruhigstellung
Arch. orthop. Unfallchir. 71, 148 - 159 (1971)
- DUTHIE, H. L.,
HUTCHINSON The results of partial and total Excision of the patella
J. Bone Surg. 40 B, 75 - 81 (1958)
- EHALT, W. Becken und untere Gliedmaßen in: Klinische Chirurgie für die Praxis Bd. 5
Stuttgart, Thieme-Verlag (1963)
- ENZLER, J. Die Patellafrakturen der Jahre 1911 - 1934
Inaugural-Diss. Basel 1936
- FICK, R. Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke
Jena, G. Fischer (1904)
- FISCHER, M. Zerreiß- und Druckprüfung an der Kniescheibe
Arch. orthop. Unfallchir. 70, 261 - 274 (1971)
- FORGON, M. Die Behandlung querer Kniescheibenbrüche mit Kompression der Fragmente
Chirurg 30, 362 - 365 (1959)
- FREULER, F.,
BRUNNER, C. Die femoropatelläre Arthrose nach operierten Patellafrakturen
Z. Unfallmed. Berufskr. 68, 76 - 79 (1975)
- FREULER, F.,
BRUNNER, C.,
RÜTER, A. Spätresultate bei operierten Patellafrakturen
Hefte Unfallheilk. 120, 68 - 75 (1975)
- FÜRMAIER, A. Beitrag zur Mechanik der Patella und des Gesamtkniegelenkes
Arch. orthop. Unfallchir. 46, 78 - 90 (1953)

- KUDLEK, F. Beitrag zur Pathologie und Physiologie der Patella Dtsch. Z. Chir. 88, 138 - 149 (1907)
- KÜMMERLE, F.,
WELLER, S. Über die Indikation zur Patell-
ektomie
Mschr. Unfallheilk. 64,
55 - 63 (1961)
- KUKLA, D. Indikation und Wert der Patell-
ektomie
Chir. Praxis 4, 211 - 218 (1960)
- KARNBAUM, S. Die Knochenverletzungen am Knie-
gelenk unter besonderer Berücksichtigung der Kniescheibenbrüche
Bruns Beitr. klin. Chir. 210,
84 - 94 (1965)
- LABITZKE R.,
REHN, J. Zur Behandlung von Patellafrakturen
Arch. orthop. Unfallchir. 77,
64 - 74 (1973)
- LABITZKE, R. Neues Prinzip der Zuggurtung
Hefte Unfallheilk. 120,
76 - 79 (1975)
- LANZ, T.,
WACHSMUTH, W. Praktische Anatomie Bd. 1
Berlin, Springer-Verlag (1938)
- LAPIDUS, P. S. Longitudinal fractures of the
patella
J. Bone Joint Surg. 14,
351 - 379 (1932)
- LE DENTU zit. nach BAUMGARTL, F.
- LUTHER, R.,
LEGAL, H. Zur Problematik der Behandlung
von Patellafrakturen beim alten
Menschen
Hefte Unfallheilk. 121, 45 - 48
(1975)
- MADLENER, M. J.,
PAAS, H. R. Über Patellafrakturen und ihre
Folgezustände, unter besonderer
Berücksichtigung der Arthritis
deformans
Langenbecks Arch. klin. Chir. 156,
445 - 461 (1929)

- MAGERL, F. Das patello-femorale Gelenk
Hefte Unfallheilk. 120,
46 - 60 (1975)
- MARSCHNER, G. Die operative Behandlung der
Patellafraktur mit einem modifi-
zierten Kutislappen
Zbl. Chir. 80, 1081 - 1086 (1955)
- MAY, E.,
KUHN, D.,
DIETHELM, L. Knorpelläsionen an den Femurkon-
dylen im Experiment bei Traumati-
sierung der Patella
Arch. orthop. Unfallchir. 54,
301 - 323 (1962)
- MÜLLER, J. Behandlung von Trümmerbrüchen der
Kniescheibenpole
Hefte Unfallheilk. 110, 78 - 80
(1971)
- MÜLLER, M. E. in: Technik der operativen
Frakturbehandlung
Hrsg. MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M.
und WILLENEGGER, H.
Berlin, Göttingen, Heidelberg
Springer-Verlag (1963)
- MÜLLER M. E.,
ALLGÖWER, M.,
SCHNEIDER, R.,
WILLENEGGER, H. Manual der Osteosynthese
Berlin, Heidelberg, New York
Springer-Verlag (1977)
- NUMMI, J. Fracture of the patella. A clinical
study of 707 patellar fractures
Ann. Chir. Gynaecol. Fenn. Suppl.
179, 1 - 85 (1971)
- ODERMATT, W. Zwei- und Mehrteilung der Patella
Schweiz. med. Wschr. 51,
1264 - 1264 (1921)
- O'DONOGHUE, D. H.,
TOMPKINS, F.,
HAYS, B. Strength of quadriceps function
after patellectomy
West. J. Surg. 60, 159 - 167 (1959)
- PAP, K. Zur funktionellen Behandlung der
Kniescheibenbrüche
Arch. orthop. Unfallchir. 52,
71 - 75 (1960)

- PASCHOLD, K. Über Patellafrakturen und ihre Behandlungsergebnisse unter besonderer Berücksichtigung der Arthrosis deformans
Zbl. Chir. 83, 1532 - 1541 (1958)
- PAUWELS, F. Überraschende Erfolge durch die Anwendung einer Zuggurtung bei der Patellafraktur
Langenbecks Arch. klin. Chir. 316, 221 - 224 (1966)
- PAYR, E. Einfaches und schonendes Verfahren zur beliebig breiten Eröffnung des Kniegelenkes
Zbl. Chir. 44, 921 - 926 (1917)
- PAYR, E. Zur Technik der Patellarnaht
Zbl. Chir. 44, 1049 - 1052 (1917)
- PAYR, E. Das "Patellarspiel" und seine Bedeutung für die Pathologie des Kniegelenkes
Chirurg 1, 7 - 14 (1929)
- PIERER, H. Exstirpation der Kniescheibe
Behandlungsergebnisse
Chir. Praxis 4, 101 - 108 (1960)
- QUÉNU zit. nach BAUMGARTL, F. (1966)
- REMIGOLSKI, S.,
PALKA, H. Über die Verwendung von körpereigenem Kutisgewebe in der Knochenchirurgie
Zbl. Chir. 86, 1989 - 1995 (1961)
- RITTER, G. Therapie der Patellafraktur
Biomechanik, Operation und Nachbehandlung
Hefte Unfallheilk. 120, 61 - 67 (1975)
- RÜTER, A.,
BURRI, C. Patellafrakturen
Diskussion und Empfehlungen
Hefte Unfallheilk. 120, 91 - 98 (1975)

- SANDERSON, M. C. The fractured patella: A longterm follow-up study
Aust. N.Z. J. Surg. 45, 49 - 54
(1975)
- SANDROCK, W. Beitrag zur Frage der offenen Patellarnaht mit Nachuntersuchungen
Dtsch. Z. Chir. 129, 536 - 582
(1914)
- SCHANZ zit. nach FÜRMAIER, A.
- SCHNEIDER, P. G. Die Früharthrose im Femoropatellargelenk des Leistungssportlers
Arch. orthop. Unfallchir. 54, 401 - 416 (1962)
- SCHÖNBAUER, H. R. Trümmerbrüche der Kniescheibe
Arch. orthop. Unfallchir. 47, 266 - 271 (1955)
- SCHÖNBAUER, H. R. Brüche der Kniescheibe
Ergebn. Chir. Orthop. 42, 56 - 79 (1959)
- SCHWEIKERT, C.-H. Die Therapie der Patellafraktur
Hefte Unfallheilk. 110, 74 - 78 (1971)
- SELIGO, W. Fractures of the patella (Treatment and results)
Reconstr. Surg. Traumat. 12, 84 - 102 (1971)
- SENST, W.,
NOWAK, W. Behandlungsergebnisse der Patellafraktur
Deutsch. Gesundh. 23, 433 - 441 (1968)
- SENST, W.,
NOWAK, W. Zur funktionellen Behandlung von Kniescheibenbrüchen
Zbl. Chir. 95, 673 - 677 (1970)
- SMILLIE, I. S. Injuries of the knee joint
Edinburgh and London
E. & S. Livingstone Ltd (1951)

- SOBOTTA, J.,
BECHER, H.
- Atlas der deskriptiven Anatomie
des Menschen Bd. 1
München, Urban & Schwarzenberg
(1957)
- STEINMANN
- zit. nach WEBER, B. G.
- STREPPPEL, H.
- Die Patellafraktur und ihre Folgen
an den Femurgelenkflächen
Inaugural-Diss. Mainz 1971
- STRUCK, F.
- Das Behandlungsproblem der Patella-
frakturen mit besonderer Berücksich-
tigung der Ergebnisse bei der Cerc-
lage und Teilpatellektomie
Beitr. Orthop. Traumatol. 13,
329 - 337 (1966)
- SWATON, S.,
HUBER, Z.
- Einseitige, angeborene, doppelte
Kniescheibe
Zbl. Chir. 85, 2270 - 2274 (1960)
- SZYSZKOWITZ, R.,
TSCHERNE, H.
- Osteosynthese oder Resektion bei
Mehrfragmentbrüchen des distalen
Drittels
Mschr. Unfallheilk. 72,
393 - 397 (1969)
- TERBRÜGGEN, D.,
MÜLLER, J.
DIETERICH, H.
- Patellapolresection
Hefte Unfallheilk. 120, 80 - 84
(1975)
- TEUBNER, E.,
SCHREIER, G.
- Klinik und Therapie der Patella-
längsfrakturen
Mschr. Unfallheilk. 71, 426 - 438
(1968)
- THIEM, C.
- Über die Größe der Unfallfolgen
bei der blutigen und unblutigen
Behandlung der einfachen (subcu-
tanen) Querbrüche der Kniescheibe
Arch. klin. Chir. 77, 730 - 749
(1905)
- TÖNNIS, D.
- Die zweifache Zuggurtung mit Kirsch-
ner-Drähten - eine verbesserte Tech-
nik zur Versorgung von Kniescheiben-
brüchen
Mschr. Unfallheilk. 73, 281 - 284
(1970)

- TSCHERNE, H.,
SZYSZKOWITZ, R. Die stabile Osteosynthese bei
Kniescheibenbrüchen
Zbl. Chir. 37, 1276 - 1281
(1968)
- UEHLINGER, E. Die posttraumatische Arthrose
Hefte Unfallheilk. 110,
111 - 123 (1971)
- UNGER, H. Zur Frage der Erbllichkeit des
angeborenen Fehlens beider Knie-
scheiben
Zbl. Chir. 79, 1186 - 1189 (1954)
- URBIG, C. Zur Behandlung der Kniescheiben-
brüche
Deutsch. Gesundh. 20,
2111 - 2114 (1965)
- VILLIGER, K. J. Behandlungsergebnisse bei Patella-
frakturen
Schweiz. med. Wschr. 95,
595 - 599 (1965)
- VILLIGER, K. J. Partielle Patellectomie
Chirurg 41, 236 - 237 (1970)
- VOORHOEVE, A. Die Osteosynthese der Knieschei-
bentrümmerbrüche
Hefte Unfallheilk. 110, 80 - 83
(1971)
- VOORHOEVE, A.
STERNEMANN, H. O. Die Behandlung des Kniescheiben-
bruches unter Berücksichtigung
der Spätpatellectomie und der
Arthrolyse
Arch. orthop. Unfallchir. 73,
176 - 187 (1972)
- WEBER, B. G. Grundlagen und Möglichkeiten der
Zuggurtungsosteosynthese
Chirurg 35, 81 - 86 (1964)
- WELLER, S.,
KÜHNLEIN, E. Die Traumatologie des Kniegelenks
Stuttgart, G.-Thieme-Verlag (1962)

- WELLER, S.,
SAMIMI
Die partielle Patellektomie als
Behandlungsmethode bei Knieschei-
benbrüchen
Mschr. Unfallheilk. 70,
167 - 172 (1967)
- WENZEL, H.,
KRUEGER, P.
Transossäre Drahtnaht und Züggur-
tung: Ideale Osteosynthese der
Patellafraktur
Mschr. Unfallheilk. 74,
169 - 175 (1971)
- WERMANN, H.,
GAY, B.
Zur operativen Versorgung der
Patellafrakturen
Beitr. Orthop. Traumatol. 20,
205 - 218 (1973)
- WIBERG, G.
Roentgenographic and anatomic
studies on the femoropatellar joint
Acta orthop. Scand. 12,
319 - 410 (1941)
- WÜTSCHKE, J.
Ein Fall von linksseitiger dop-
pelter Patella
Fortschr. Röntgenstr. 78,
218 - 220 (1953)

Lebenslauf

Geburtsdatum	02. Oktober 1951
Geburtsort	Heddesheim/Nahe
Eltern	Matthias Schreiner, Verwaltungs- angestellter Katharina Schreiner, geb. Lorenz
1958 - 1963	Volksschule in Heddesheim/Nahe
1963 - 1971	Staatliches Gymnasium in Bad Kreuznach
17.05.1971	Abitur
1971 - 1978	Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz
24.10.1978	Ärztliche Prüfung
20.11.1978	Approbation als Arzt
seit 01.03.1979	wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung für Kinder- chirurgie der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz

Herrn Professor Dr. C.-H. SCHWEIKERT danke ich für die Überlassung des Themas der vorliegenden Arbeit.

Nach dem plötzlichen Tod von Herrn Professor Dr. C.-H. Schweikert übernahm Herr Professor Dr. G. RITTER die Betreuung der Arbeit und gab mir Gelegenheit, die Dissertation fertigzustellen. Für sein Interesse und für die verständnisvolle Förderung meiner Arbeit bin ich ihm zu besonderem Dank verpflichtet.

Herrn Dr. H.-J. WALDE danke ich für die zahlreichen und hilfreichen Diskussionen, die er mit mir über meine Arbeit geführt hat.

Druck: Reinartz

Copier- und Offset-Center

Gaustraße 16, Telefon 061 31/9 3870 + Kirschgarten 3, Telefon 061 31/9 62 02
6500 Mainz

